

Plan de décarbonation de l'industrie maritime du Québec



PESCA

En collaboration avec



18 novembre 2024

Sodes

Plan de décarbonation de l'industrie maritime du Québec – Version finale

18 novembre 2024

Rapport préparé pour :

M. Mathieu St-Pierre
Directeur général, Société de développement économique du Saint-Laurent (Sodes)
271, rue de l'Estuaire
Québec (Québec) G1K 8S8

Coordonné par :

Jérôme Landry, conseiller stratégie et innovation durable
N/Réf. : 3272

Pesca Environnement

895, boul. Perron
Carleton-sur-Mer (Québec) G0C 1J0
Téléphone : 418 364-3139
mcastonguay@pescaenv.com
jlandry@pescaenv.com
www.pescaenv.com

TABLE DES MATIÈRES

1	Résumé exécutif	1
2	Mise en contexte	3
3	Mandat	4
4	Pesca Environnement et l'équipe de réalisation	5
5	Objectifs	7
6	Méthodologie	11
6.1	Approche RTA +C	11
6.2	Priorisation des actions	12
7	Plan d'action pour décarboner l'industrie maritime	14
7.1	Chantier 1 : Réduction des GES à la source	16
7.2	Chantier 2 : Mise en palce d'une chaîne logistique intelligente et décarbonée	19
7.3	Chantier 3 : Transition vers l'électrification des ports	22
7.4	Chantier 4 : Optimisation de la flotte et de la consommation de carburant	26
7.5	Chantier 5 : Améliorer l'empreinte carbone des carburants et autres propulsions	30
7.6	Chantier 6 : Compensation des GES	34
8	Rôles et engagements des parties prenantes	37
8.1	Les parties prenantes ciblées pour la décarbonation	37
8.2	Les étapes clés	40
9	Une réglementation et une fiscalité propices à la décarbonation	42
9.1	Proposition de bonification de la réglementation actuelle et pistes à considérer	43
9.2	Une fiscalité orientée vers les cibles	44
9.3	Un soutien financier en phase avec la décarbonation	45
10	Pistes stratégiques de communication	46
11	Évaluation, indicateurs et certification de la démarche	49
11.1	Mesurer la démarche en continu	49
11.2	Les indicateurs de performance proposés	49
11.3	Valoriser et faire reconnaître les efforts par la certification	51
11.4	Certification	52
12	Opportunités de développement de filières par la décarbonation	53
13	Recommandations pour accélérer la décarbonation	54
14	Bibliographie	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Objectifs de décarbonisation du transport maritime du gouvernement du Québec et de l'OMI	9
Tableau 2	Description des zones de priorisation	13
Tableau 3	Les six chantiers retenus dans le but de structurer et concrétiser le plan de décarbonation	14
Tableau 4	Puissance et fréquence électriques requises par type de navire dans le monde	23
Tableau 5	Produits et services pouvant être développés dans le contexte de la décarbonation du transport maritime	53

LISTE DE FIGURES

Figure 1	Comparatif selon les modes de transport	7
Figure 2	Cibles de l'OMI	8
Figure 3	Ports stratégiques du Québec	10
Figure 4	Approche RTA+C	11
Figure 5	Itinéraire de la décarbonation maritime	15
Figure 6	Comparaison de l'empreinte carbone des activités maritimes	16
Figure 7	Matrice de réduction des GES à la source	18
Figure 8	Matrice mise en place d'une chaîne logistique intelligente et décarbonée	21
Figure 9	Matrice de la transition vers l'électrification des ports	25
Figure 10	Consommation de carburant par type de navire dans la zone Saint-Laurent en 2019 (tonne équ. pétrole)	27
Figure 11	Matrice d'optimisation des navires	29
Figure 12	Matrice Améliorer l'empreinte carbone des carburants et autres propulsions	33
Figure 13	Matrice des mesures de compensations	36
Figure 14	Catégories de parties prenantes	38
Figure 15	Schéma d'influence/pouvoir	40

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Descriptif des chantiers	60
Annexe B	Répertoire des programmes de subvention selon l'approche RTA +C	70
Annexe C	Organisations portuaires inspirantes en décarbonation	74

Le plan d'action pour décarboner le transport maritime au Québec découle du Groupe de travail sur la décarbonation de l'industrie maritime du Québec (MTMD, 2024) pour atteindre les cibles de l'Organisation maritime internationale (OMI). Ces cibles visent à réduire à zéro les émissions nettes de gaz à effet de serre (GES) provenant des transports maritimes internationaux avant ou vers 2050, un engagement à garantir l'adoption de combustibles de substitution à émissions de GES nulles ou quasi nulles d'ici 2030, ainsi que des points de contrôle indicatifs pour 2030 et 2040 (OMI, 2023).

La Société de développement économique du Saint-Laurent (Sodes) a mandaté la firme Pesca Environnement afin de réaliser un plan de décarbonation de l'industrie maritime du Québec. Associée avec KPMG et Dunsky en tant que sous-traitants, l'équipe a réalisé deux études préalables à l'élaboration du plan de décarbonation. La première, effectuée par KPMG, est un portrait de la décarbonation de l'industrie maritime. La firme Dunsky a réalisé la deuxième étude, portant sur l'état de la situation de l'approvisionnement énergétique. Forte de ces résultats de recherche et d'analyse des solutions potentielles auprès des acteurs du monde maritime et scientifique, Pesca a élaboré le plan d'action. Ce plan tient compte de l'ensemble des flottes appartenant aux armateurs, des opérateurs et administrations portuaires et du secteur des croisières pour les 20 ports stratégiques du Québec.

Le plan se base sur l'approche RTA+C (réduire, transférer, améliorer et compenser) pour proposer 51 actions réparties selon les six chantiers suivants :

- 1. Réduction des GES à la source;**
- 2. Mise en place d'une chaîne logistique intelligente et décarbonée;**
- 3. Transition vers l'électrification des ports;**
- 4. Optimisation de la flotte et de la consommation de carburant;**
- 5. Amélioration de l'empreinte carbone des carburants et autres propulsions;**
- 6. Compensation des GES.**

Lors de cette démarche, l'équipe a déterminé, pour chaque action, une série d'avantages, d'inconvénients et de risques d'ordre technologique, opérationnel, énergétique, réglementaire ou financier, qui limitent aujourd'hui la mise en œuvre effective des actions. Ce plan présente une série d'indicateurs de performance ainsi qu'un processus de reconnaissance et de certification de la démarche. En conclusion du plan d'action, une série de recommandations est proposée et, à l'annexe B, un répertoire des programmes de financement pour soutenir la décarbonation est présenté.

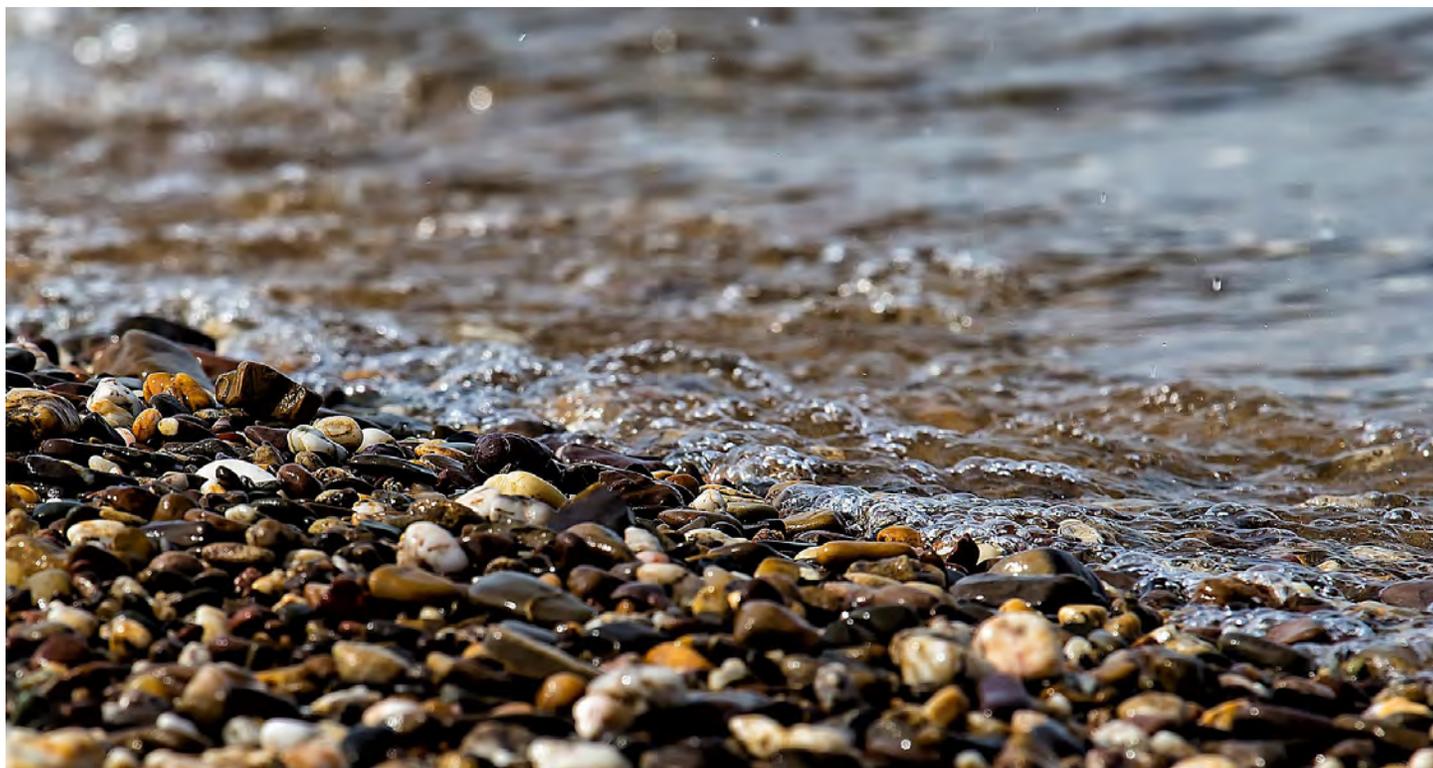
Les consultations auprès des pairs avec KPMG démontrent l'importance d'accroître le pouvoir et l'autonomie des administrations portuaires en matière de réglementation pour stimuler les initiatives de décarbonation, et que la collaboration entre les parties prenantes, notamment les communautés locales, est cruciale pour le succès des projets.

Le fleuve Saint-Laurent regorge d'acteurs de premier plan sur toute la chaîne de valeur, capables d'innover et de s'engager dans la décarbonation. Le réseau de recherche et d'innovation doit, entre autres, accroître sa capacité à démontrer et stimuler la commercialisation des solutions décarbonées.

Plusieurs initiatives et projets concourent déjà à la décarbonation de l'industrie maritime. Cela dit, il faut aller plus loin et changer d'échelle. Bien que le mandat vise une approche pour l'ensemble de l'industrie maritime du Québec, chaque action devra être adaptée en fonction des types de flottes, des équipements et des infrastructures en zone portuaire. Nous espérons que cette approche globale inspirera, dans un second temps, les zones portuaires à adapter et à intégrer leur propre plan d'action.

La décarbonation représente un véritable défi pour l'écosystème maritime et l'économie du Québec. Les divers paliers gouvernementaux doivent être au fait des enjeux, sans quoi le secteur s'exposera à des risques opérationnels et financiers avec pour conséquence une perte de compétitivité nuisible à l'ensemble de l'économie. Pour éviter cette situation, les acteurs de l'industrie maritime doivent avoir accès à un financement substantiel et prévisible. De surcroît, la transition énergétique représente une véritable occasion de développement économique et de création d'emplois industriels.

Cette transition énergétique ne sera possible qu'à travers un travail conjoint entre les acteurs du monde maritime ainsi que les gouvernements du Québec et du Canada. Nous souhaitons que ce plan inspire la nouvelle stratégie *Avantage Saint-Laurent* afin de stimuler la décarbonation par des orientations et des mesures significatives auprès de l'industrie maritime. L'accompagnement de l'État est une condition nécessaire à la mise en place de ce plan d'action.



Le plan de décarbonation de l'industrie maritime du Québec vise à présenter un portrait du secteur et à proposer des solutions réalistes qui permettront aux organisations maritimes de mettre en œuvre une démarche de décarbonation de leurs activités afin de pouvoir tendre à l'atteinte de la carboneutralité.

Il se veut une feuille de route aussi complète que possible fondée sur les informations disponibles et les connaissances actuelles en la matière. Au cours de ce mandat, nous avons constaté qu'il y avait peu de données pertinentes pour alimenter les analyses sur les bilans d'émissions des zones portuaires. Par exemple, seuls deux ports disposaient de données adéquates, et ces analyses réalisées il y a quelques années reposaient sur des méthodes difficilement comparables. En conséquence, nous avons extrapolé les données disponibles de ces deux ports.

À travers les travaux du plan de décarbonation, notre équipe propose une démarche commune inspirée par les meilleures pratiques et opportunités en la matière. Nous tenons à mentionner que plusieurs initiatives et études ont été réalisées ou sont en développement sur la décarbonation du transport des marchandises. Afin d'assurer une cohérence et une complémentarité, le plan d'action s'arrime en fonction des termes et des démarches généralement utilisés en donnant tout de même une couleur particulière au transport maritime. Plus particulièrement, nous nous sommes inspirés des initiatives de l'Organisation maritime internationale (OMI), du Plan pour une économie verte 2030, de la Politique de mobilité durable, d'Avantage Saint-Laurent, de la Stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies et du rapport *Décarbonation du transport lourd de marchandises – Construire une voie durable* (Comité consultatif sur les changements climatiques, 2023; Gouvernement du Québec, 2024a, 2024b; MTMDET, 2018).

En parallèle à nos travaux, le Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT) pilote le projet de recherche universitaire *Corridor maritime vert : un agenda de décarbonation du transport maritime et portuaire du système Saint-Laurent* (ROM, 2023). Le projet porte sur la mise en place d'un corridor maritime vert comme agenda de décarbonation de l'industrie maritime et portuaire du fleuve Saint-Laurent.



3

Mandat

Lors de la rencontre du Forum de concertation sur le transport maritime du 19 janvier 2022, un groupe de travail sur la décarbonation de l'industrie maritime a été créé afin de soutenir et d'accompagner le gouvernement du Québec dans l'élaboration d'outils permettant à l'industrie maritime québécoise d'atteindre les cibles fixées en matière de décarbonation du secteur (MTMD, 2024). Le groupe est coprésidé par Nicole Trépanier (Fednav) et René Trépanier (Croisières du Saint-Laurent).

Les membres du groupe de travail ont décidé de doter l'industrie maritime québécoise d'un premier plan de décarbonation en se basant sur les cibles de l'OMI. Pour ce faire, les services de Pesca Environnement et des sous-traitants KPMG et Dunsky ont été retenus. Le mandat a été octroyé par la Sodes et soutenu financièrement par le gouvernement du Québec. Lors de la réalisation du mandat, l'équipe a bénéficié de diverses expertises afin de répondre aux objectifs du mandataire.



4

Pesca environnement et l'équipe de réalisation

C'est avec passion et intérêt que Pesca Environnement (ci-après Pesca) vous présente le plan de décarbonation de l'industrie maritime du Québec. Nous vous offrons une approche typique de Pesca, soit celle d'avoir formé la meilleure équipe afin de répondre à vos attentes et de proposer des solutions concrètes et porteuses.

Œuvrant en environnement et en énergie renouvelable depuis 1991, Pesca a su partager ses valeurs auprès de ses clients afin de bonifier les projets et apporter des innovations durables. Sa connaissance détaillée des écosystèmes maritimes et énergétiques, son agilité avec la réglementation environnementale, sa capacité d'analyse et la qualité de ses communications avec les intervenants ont été des atouts prépondérants.

Pour la réalisation de ce mandat, Pesca s'est associée avec les deux firmes les plus susceptibles d'enrichir son expertise afin de répondre adéquatement aux attentes de la Sodes, soit KPMG et Dunsy. KPMG apporte son expertise découlant d'une perspective mondiale, avec une équipe de professionnels en matière d'enjeux climatiques et une méthodologie d'analyse comparative éprouvée de décarbonation. Dunsy vient consolider les besoins techniques d'un tel mandat par son expertise en matière d'efficacité et de transition énergétique. Riche de ces compétences éprouvées, Pesca vous présente un plan de décarbonation pourvu en contenu et proposant des actions validées auprès des experts des domaines maritimes et énergétiques favorisant une approche stratégique et pragmatique qui, nous le souhaitons, répondront à vos attentes.

KPMG

KPMG a été spécifiquement chargée de brosser un portrait de la décarbonation de l'industrie maritime. Le rapport comprend une cartographie de l'écosystème maritime du Québec, met en lumière les diverses initiatives permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) du secteur et présente les témoignages de divers acteurs de l'industrie.

Plus particulièrement, KPMG a effectué des analyses des meilleures pistes d'actions et des outils pertinents à la décarbonation applicables au contexte québécois. Cette démarche inspirera les étapes subséquentes, particulièrement pour la priorisation et la proposition de recommandations.

Dunsy

Le rapport de Dunsy explore l'état de l'approvisionnement énergétique au Québec dédié à la décarbonation du secteur maritime. S'appuyant sur une large revue de littérature et une série d'entretiens réalisés avec divers acteurs clés de l'écosystème québécois – armateurs, administrations portuaires, opérateurs de terminaux et fournisseurs d'énergie – cette étude poursuit un triple objectif :

1. Évaluer le potentiel des différentes solutions de décarbonation – en mettant l'accent sur les alternatives énergétiques aux carburants fossiles – et leurs répercussions pour les différents acteurs de la chaîne de valeur;

2. Estimer l'écart entre les projections de production des carburants alternatifs et les besoins énergétiques anticipés pour le secteur maritime de la voie du Saint-Laurent;
3. Proposer un ensemble de recommandations à haut niveau en vue d'accélérer la transition de l'industrie maritime du fleuve Saint-Laurent vers la neutralité carbone. Ces recommandations tiennent compte du contexte économique québécois et s'inspirent des meilleures pratiques, des leçons apprises et des opportunités identifiées dans la province.

Pesca, KPMG et Dunsky

Pour la réalisation du plan d'action, l'équipe a entrepris une synthèse des résultats afin de dresser une liste exhaustive d'actions concrètes pour la décarbonation de l'industrie maritime incluant le transport de marchandise et des croisières. Un exercice d'évaluation et de priorisation a été effectué conjointement afin de distinguer les solutions les plus prometteuses en matière de réduction des GES et qui demandent le moins d'effort en ce qui a trait aux ressources financières, humaines et réglementaires. Une attention particulière a été portée à l'optimisation de la consommation de carburant ainsi qu'à l'intégration des carburants verts et autres solutions de propulsion.

Lors des travaux, l'équipe a rencontré la communauté de pratique du transport maritime durable de l'initiative PLAINE du Réseau Québec maritime (RQM), afin de mobiliser la communauté dans la mise en œuvre du plan. Une démarche de consultation et de validation a été effectuée auprès de spécialistes et chercheurs en ce qui a trait aux carburants et au personnel navigant.

Pesca

Pesca a réalisé une mise à jour des sources d'aide financière gouvernementales du Québec et une recherche auprès du gouvernement du Canada qui permettrait un effet de levier pour combler les besoins financiers requis pour la mise en œuvre du plan de décarbonation. Des recommandations (fiscalité et soutien financier) sont proposées dans ce plan.

Pesca a coordonné la rédaction du plan de décarbonation.

5

Objectifs

S'il y a un domaine qui appelle une action urgente dans la décarbonation de l'économie, c'est bien le transport (Pangestu, 2021) : « Si l'on ne réduit pas les émissions imputables à ce secteur, il sera tout simplement impossible de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C. Or nous allons actuellement dans la mauvaise direction : les transports sont à l'origine d'environ 24 % des émissions mondiales de carbone liées à l'énergie, et ce chiffre risque de grimper à 60 % d'ici 2050. »

Plus spécifiquement, la décarbonation de l'industrie maritime est devenue une priorité en raison des préoccupations croissantes liées aux changements climatiques et de la nécessité de réduire les émissions de GES. La feuille de route pour décarboner l'industrie maritime est un plan d'action qui vise à atteindre cet objectif en mettant en place des mesures spécifiques et des étapes clés.

Cette importante initiative s'impose afin de répondre aux attentes croissantes des clients et investisseurs qui souhaitent décarboner rapidement la chaîne d'approvisionnement de leurs marchandises et de leurs croisiéristes.

Le transport maritime est le moyen de transport le plus efficace en termes de consommation d'énergie et d'émissions de GES par tonne-kilomètre. En moyenne, déplacer une tonne de marchandises sur un kilomètre émet 12 g de CO₂ par bateau et 76 g par camion, selon une analyse de l'organisme Research and Traffic Group (figure 1).

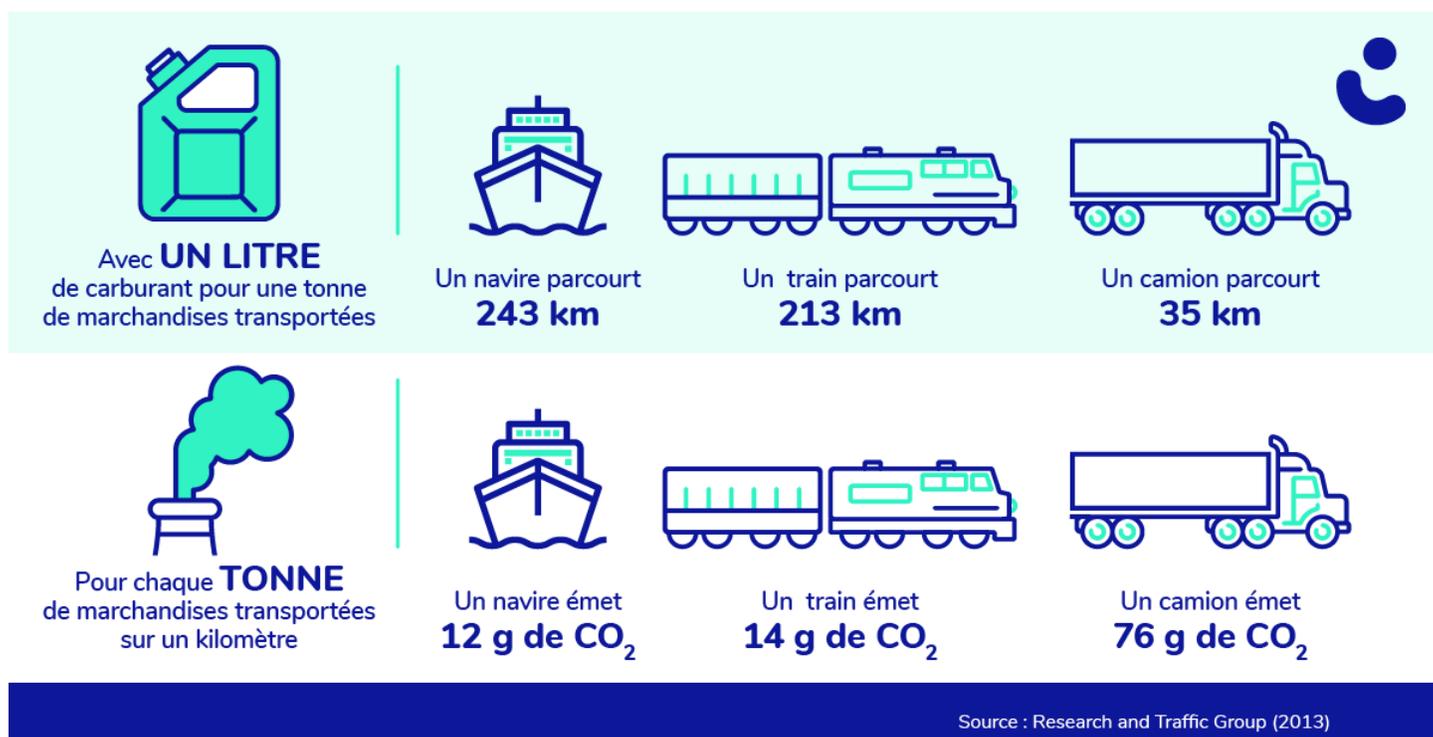


Figure 1 Comparatif selon les modes de transport

Cette efficacité en fait un levier potentiel pour réduire les besoins énergétiques et les émissions du transport national, notamment grâce à un usage accru et au développement du transfert modal vers le fluvial et le ferroviaire. Cependant, en raison des volumes considérables de marchandises transportées, l'impact global du transport maritime reste significatif. Il est actuellement responsable d'environ 3 % des émissions mondiales de GES, et sans mesures de décarbonation, ce chiffre pourrait représenter 90 à 130 % des émissions de 2008 à l'horizon 2050 (DGAMPA, 2023).

L'OMI a développé sa stratégie de décarbonation qui vise à réduire l'intensité carbone du transport maritime international d'au moins 40 % d'ici 2030 (par rapport à 2008) pour atteindre la carboneutralité en 2050 (figure 2).

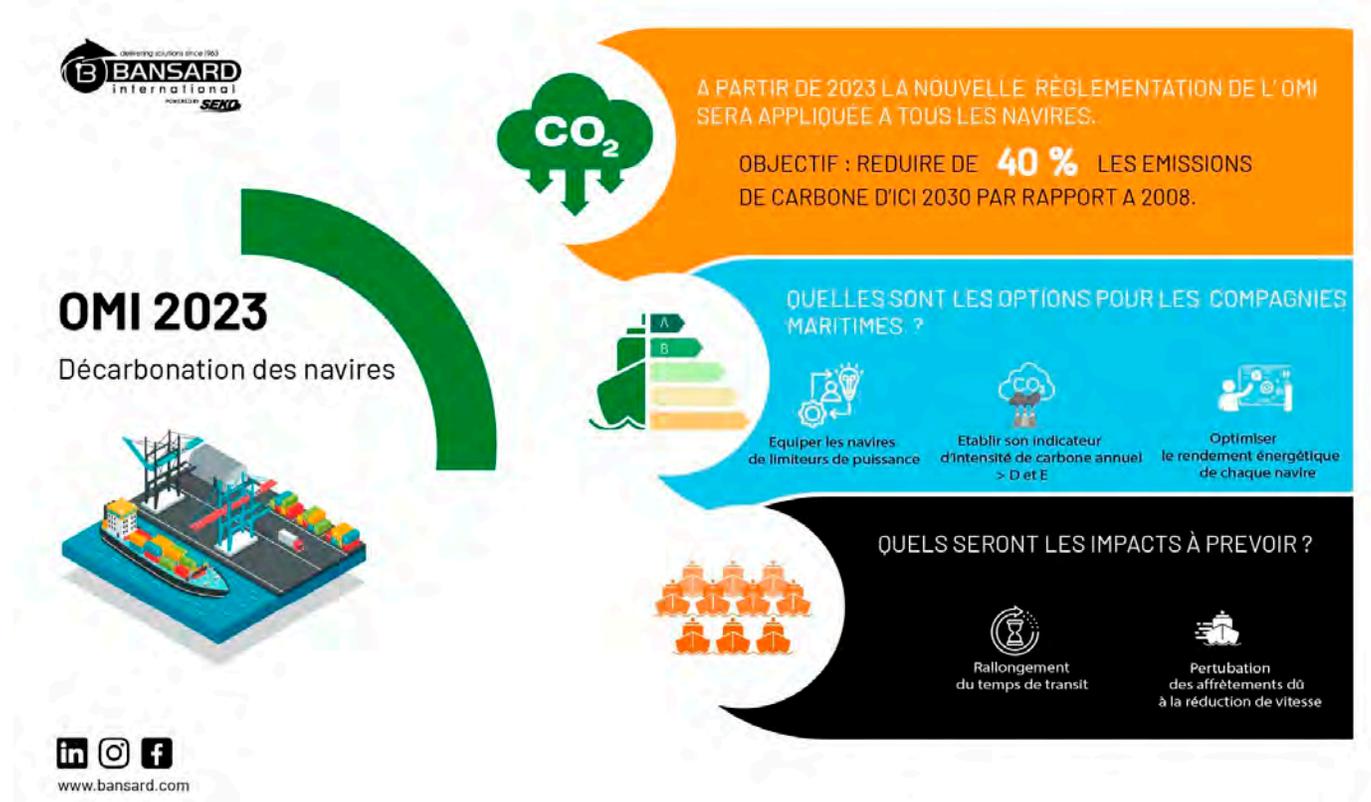


Figure 2 Cibles de l'OMI

La stratégie révisée de l'OMI concernant les GES comprend une ambition commune renforcée de parvenir à réduire à zéro les émissions nettes de GES provenant des transports maritimes internationaux avant ou vers 2050, un engagement à garantir l'adoption de combustibles de substitution à émissions de GES nulles ou quasi nulles d'ici 2030, ainsi que des points de contrôle indicatifs pour 2030 et 2040 (OMI, 2023).

Les cibles du Plan pour une économie verte 2030

Selon le Plan pour une économie verte 2030, le Québec a réussi à réduire de près de 9 % ses émissions de GES entre 1990 et 2017. Cependant, ses émissions de GES annuelles stagnent depuis 2014, ce qui ne positionne pas le Québec dans une trajectoire optimale pour 2030 et au-delà.

L'atteinte de la cible fixée pour 2030 correspond à un niveau d'émission de 54 millions de tonnes d'équivalent CO₂ (ci-après : t éq. CO₂) en 2030. Or, on estime que les émissions de GES du Québec pourraient se chiffrer à 83 millions de t éq. CO₂ en 2030, sans la poursuite des efforts actuels ou la mise en œuvre de nouvelles mesures. L'effort de réduction est donc estimé à 29 millions de t éq. CO₂ (Gouvernement du Québec, 2024a).

Le gouvernement propose une approche pragmatique, fondée sur le déploiement complémentaire des énergies renouvelables, lorsque l'électrification ne sera pas possible techniquement ou économiquement. Cette approche repose également sur une réduction à la source des besoins énergétiques par l'efficacité énergétique. Un recours accru aux énergies renouvelables produites localement offrira davantage d'opportunités de lutte contre les changements climatiques en valorisant les ressources locales.

Les énergies fossiles, dont le gaz naturel et le pétrole, feront encore partie du portrait énergétique québécois en 2030. La réduction de la demande – par la conversion vers les énergies renouvelables, en particulier par l'électrification, la conception de projets interconnectés et l'efficacité énergétique – contribuera toutefois à diminuer la place qu'elles occupent.

Le gouvernement du Québec vise les cibles suivantes dans le cadre de sa *Stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies* (Gouvernement du Québec, 2024b). Le tableau 1 présente les objectifs de décarbonation du gouvernement et de l'OMI pour le transport maritime.

Tableau 1 Objectifs de décarbonisation du transport maritime du gouvernement du Québec et de l'OMI

Année	Stratégie québécoise	OMI
2030	37,5% P/R à 1990 40% de carburants fossiles P/R à 2013	20% P/R à 2008
2040	N/A	40% P/R à 2008
2050	Carboneutralité	Carboneutralité

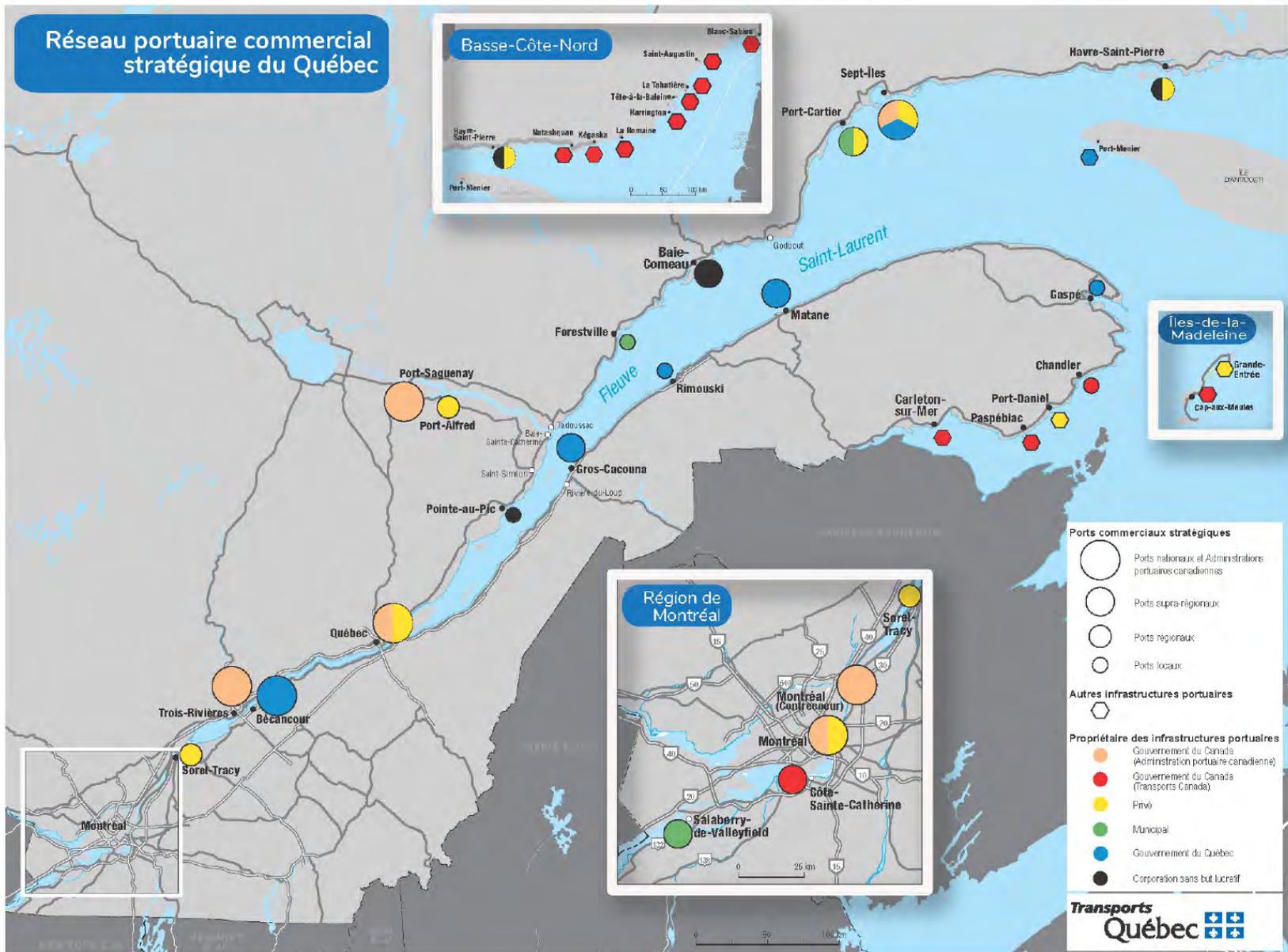
Source : (Gouvernement du Québec, 2024b)

Dans le cadre de ce projet, les objectifs de réduction des GES visés sont alignés avec ceux de l'OMI compte tenu de l'intégration inhérente du transport maritime québécois au commerce international.

Réseau portuaire commercial stratégique du Québec

Le plan de décarbonation cible les 20 ports commerciaux stratégiques classés en quatre catégories (figure 3) :

- Ports commerciaux nationaux et administrations portuaires canadiennes (6);
- Ports commerciaux suprarégionaux (6);
- Ports commerciaux régionaux (3);
- Ports commerciaux locaux (5).



Source : rapport de KPMG

Figure 3 Ports stratégiques du Québec

6.1 Approche RTA +C

Le nombre d'initiatives et de programmes qui s'engagent à réduire les émissions de carbone dans les transports est impressionnant. De nombreux efforts sont déployés, mais des obstacles importants, tels que les coûts, la maturité technologique ou l'absence de cadre réglementaire et fiscal, freinent l'adoption de ces mesures et leur impact sur la trajectoire des émissions. Il apparaît évident que, pour atteindre la carboneutralité d'ici 2050, de nouvelles approches sont attendues rapidement, accompagnées de mesures soutenues par un financement approprié.

L'approche de décarbonation « réduire, transférer, améliorer et compenser » (RTA+C) s'appuie sur les trois premières actions mises de l'avant, entre autres, par le Comité consultatif sur les changements climatiques (2023) en décarbonation du transport lourd et l'ajout d'une dernière et ultime action de compensation mise de l'avant, entre autres, par le programme PLAINE du RQM (2022) financé par Avantage Saint-Laurent.

Cette stratégie vise à diminuer les émissions de GES et à atténuer les effets du changement climatique en tenant compte de l'ensemble de la chaîne de valeur du transport de marchandises (figure 4). Elle permet de traiter à la fois la réduction directe des émissions et la gestion des émissions résiduelles de manière intégrée et efficace. La Politique de mobilité durable 2030 a adopté l'approche RTA (MTMDET, 2018).

Approche hiérarchique RTA+C



RÉDUIRE réfère à la diminution des besoins de déplacements motorisés et des distances à parcourir. Des mesures favorisant un meilleur arrimage entre la planification du territoire et des transports ou permettant de réduire le nombre de camions circulant à vide entraînent des réductions de consommation de pétrole et d'émissions de GES.



TRANSFÉRER vise à accroître l'utilisation des modes de transport moins énergivores, notamment par un passage de l'utilisation de l'auto solo au covoiturage ou à des services de transport collectif. Pour les marchandises, l'utilisation du bon mode au bon endroit pour une meilleure efficacité des chaînes logistiques va dans le même sens.



AMÉLIORER réfère généralement à l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, laquelle peut se concrétiser notamment par une plus grande efficacité des moteurs à essence actuels, par l'utilisation de carburants de remplacement à plus faible empreinte carbone et par des mesures encourageant l'électrification des transports. Dans le présent plan d'action, l'augmentation de l'efficacité des déplacements, pour ce qui est des coûts, du temps, de la qualité et de la sécurité, réfère aussi au pilier « Améliorer ».



COMPENSER réfère au contrebalancement des impacts négatifs d'un projet ou d'une activité sur l'écosystème en réalisant un autre projet ou une autre activité qui aura des impacts positifs idéalement équivalents ou supérieurs, comme lorsque des habitats dégradés sont restaurés.

Sources: adaptée de MTMDET (2018) et RQM-PLAINE (2022)

Figure 4 Approche RTA+C

6.2 Priorisation des actions

La priorisation des actions en décarbonation est essentielle pour répondre efficacement aux défis environnementaux, économiques et sociaux posés par les changements climatiques, en fonction des technologies et moyens disponibles à ce jour, afin d'entreprendre dès maintenant la réduction de GES. La démarche proposée se concentre uniquement sur les mesures visant principalement à réduire les émissions de GES, sans inclure les impacts environnementaux évalués selon une approche de cycle de vie. Elle repose sur des solutions actuellement jugées les plus prometteuses pour amorcer dès maintenant les actions nécessaires à l'atteinte des objectifs de l'OMI (OMI, [s. d.]). Le degré de priorité et de faisabilité des différentes mesures pourrait donc évoluer en fonction de l'avancement des recherches, de la disponibilité des technologies et de l'analyse d'autres critères.

Le plan d'action a été bâti en réalisant les étapes suivantes :

- Définition des actions selon les cibles de l'OMI en concordance avec celles du Canada et du Québec, les quelles sont principalement la carboneutralité d'ici 2050;
- Identification et énumération des avantages, inconvénients et risques de chaque action proposée;
- Détermination des critères de priorisation en deux groupes :

Évaluation préliminaire – GES	Description
Impact GES (solution)	Niveau de réduction des GES par rapport à ce que la solution remplace (portées 1 et 2).
Impact GES (global)	Capacité de l'industrie à réduire les GES.
Implications financières	Estimation du coût unitaire pour réaliser la solution (acteurs maritimes) / Investissement requis en CAPEX.
Retour sur l'investissement	Rapport entre la réduction des émissions (globales) et le coût d'investissement (acteurs maritimes).
Horizon temporel	Quand la solution peut-elle être implantée?
Évaluation secondaire – Effort	Description
Niveau d'effort	Nécessite des changements dans les façons de faire actuelles.
Réglementation	Solution applicable selon la réglementation actuelle.
Maturité	La solution est-elle en développement ou éprouvée?
Accessibilité	Capacité à répondre à la demande via la chaîne d'approvisionnement actuelle.
Acceptabilité	Niveau de consentement à la solution.

- Évaluation des actions à l'aide de mesures comparatives;
- Définition d'un seuil de pointage pour différencier les interventions prioritaires de celles à envisager à court terme;
- Élaboration de matrices en fonction de l'impact sur la réduction des GES et du niveau d'effort requis.

Limites du plan de décarbonation

Les éléments suivants n'ont pas été considérés pour la priorisation des mesures dans le cadre de l'élaboration du plan de décarbonation :

- Évaluation des réductions de GES résultant du transfert modal du transport routier vers le transport maritime;
- Analyse des impacts des GES sur le cycle de vie des mesures envisagées.

Matrices de décarbonation

Le tableau 2 répartit les actions en quatre groupes distincts pour chaque matrice. La matrice positionne les actions selon la moyenne du pointage en fonction de l'estimation des investissements requis et de l'importance de la réduction des émissions de GES. Cette représentation permet de visualiser les priorités, par chantier, selon le meilleur rapport entre les efforts à investir et les résultats espérés en matière de réduction des émissions (portées 1 et 2).

Tableau 2 Description des zones de priorisation

<p>À réaliser si conditions gagnantes ++</p> <p>Ces initiatives ont un fort potentiel de réduction des émissions de GES, mais requièrent des efforts importants, des investissements conséquents et des analyses plus élargies (p. ex. : impacts environnementaux et sociaux). Bien qu'elles puissent avoir un impact sur les objectifs de décarbonation, leur mise en œuvre nécessite des avancées technologiques, une planification minutieuse et des ressources considérables.</p> <p>X : sous la moyenne; Y : au-dessus de la moyenne.</p>	<p>Prioritaire ++</p> <p>Ces initiatives offrent une réduction considérable des émissions de GES tout en nécessitant un effort et des investissements relativement faibles. Elles peuvent être mises en œuvre rapidement et produisent des résultats à court terme, représentant ainsi des « victoires faciles » dans la stratégie de décarbonation.</p> <p>X et Y : au-dessus de la moyenne.</p>
<p>À surveiller --</p> <p>Ces initiatives offrent un faible potentiel de réduction des émissions de GES par rapport aux importants efforts et aux investissements requis. Bien qu'elles puissent contribuer à la décarbonation, leur rapport coût-bénéfice n'est pas optimal dans le contexte actuel. Elles méritent d'être réévaluées ultérieurement ou reformulées pour améliorer leur efficacité.</p> <p>X et Y : sous la moyenne.</p>	<p>À considérer +-</p> <p>Ces initiatives présentent un potentiel modéré de réduction des émissions de GES et nécessitent des efforts et investissements limités. Elles peuvent être mises en œuvre de manière sélective et à des fins stratégiques pour accompagner d'autres actions de décarbonation, offrant des améliorations ciblées dans des domaines spécifiques.</p> <p>X : au-dessus de la moyenne; Y : sous la moyenne.</p>

Pour répondre aux objectifs de décarbonation, un plan d'action ambitieux est nécessaire afin de réduire l'impact environnemental du secteur maritime tout en maintenant sa compétitivité. Les actions proposées ont été analysées et évaluées en collaboration avec les firmes KPMG et Dunsky, auteurs respectifs des rapports suivants : *Portrait de la décarbonation* et *État de situation de l'approvisionnement énergétique*.

Afin d'éviter une redondance avec le plan de décarbonation, nous vous invitons à consulter ces deux rapports afin de prendre connaissance des analyses techniques des actions et des approches inspirantes mises de l'avant par des organisations maritimes au pays et dans le monde.

Le plan de décarbonation vise à adopter des actions durables et innovantes, telles que l'électrification des infrastructures portuaires, l'utilisation de carburants alternatifs ainsi que l'intégration de technologies de propulsion verte. La collaboration entre les gouvernements, les entreprises maritimes, les administrations portuaires et les chercheurs est cruciale pour la mise en œuvre du plan et la réussite de cette transition. Il est également important de favoriser la modernisation des navires et des infrastructures portuaires et d'encourager l'efficacité énergétique par des pratiques d'exploitation optimisées.

Ce plan devra s'inscrire dans une perspective à long terme, avec des objectifs mesurables pour 2030 et 2050, en alignement avec les engagements du Québec en matière de climat. Le succès de cette initiative contribuera non seulement à la réduction des émissions de GES, mais renforcera aussi la résilience face aux éventuels changements réglementaires et la durabilité de l'industrie maritime québécoise.

Afin de structurer et concrétiser le plan de décarbonation, six chantiers correspondant à l'approche RTA+C ont été retenus (tableau 3).

Tableau 3 Les six chantiers retenus dans le but de structurer et concrétiser le plan de décarbonation

Approche RTA+C	Chantier
Réduire	1. Réduction des GES à la source
Transférer	2. Mise en place d'une chaîne logistique intelligente et décarbonée 3. Transition vers l'électrification des ports
Améliorer	4. Optimisation de la flotte et de la consommation de carburant 5. Améliorer l'empreinte carbone des carburants et autres propulsions
Compenser	6. Compensation des GES

Des tableaux descriptifs de chacun de ces six chantiers, incluant les avantages et inconvénients relatifs aux solutions proposées, sont présentés à l'annexe A.

La figure 5 est une représentation graphique de la démarche RTA+C et des six chantiers correspondants sur l'horizon 2050 pour atteindre les cibles de zéro émission.



Figure 5 Itinéraire de la décarbonation maritime

7.1 Chantier 1 : Réduction des GES à la source

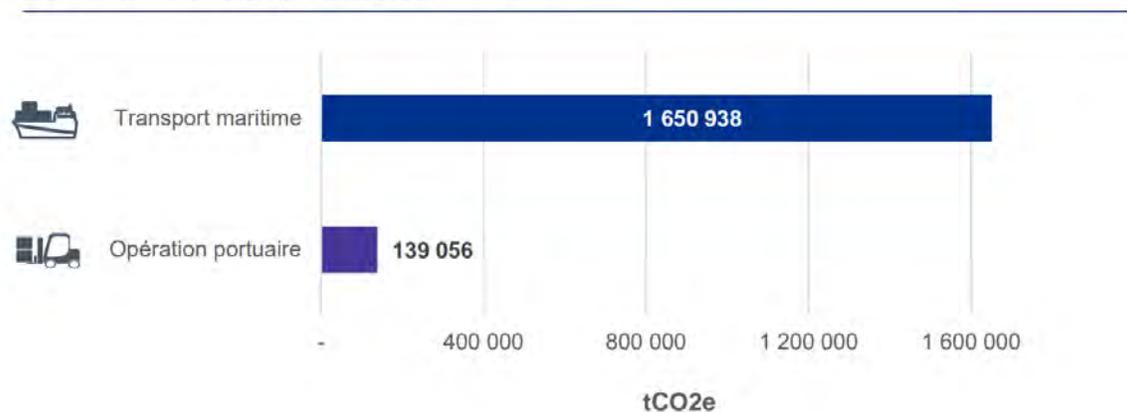
État de la situation

Le Québec, avec sa Politique de mobilité durable 2030 et le Plan pour une économie verte 2030, a des cibles ambitieuses de réduction de 37,5 % des émissions de GES d'ici 2030, par rapport à 1990.

Le secteur maritime représente une partie des émissions de GES du Québec, notamment par le biais des navires commerciaux, des activités portuaires, des bâtiments et des services de transport maritime. À partir des données de l'Outil d'affichage d'inventaire des émissions marines (OAIEM) élaboré par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), les émissions du transport maritime sont estimées à 1 650 938 tonnes d'équivalent CO₂. Selon le gouvernement du Québec, le transport maritime représente 3,4 % des émissions par rapport aux autres modes de transport (Gouvernement du Québec, [s. d.]).

En triangulant le tonnage manutentionné par les ports de Québec et de Montréal avec les inventaires de GES disponibles, l'empreinte carbone des ports stratégiques du Québec est estimée à environ 139 056 tonnes d'équivalent CO₂ (figure 6).

Comparaison de l'empreinte carbone des activités maritimes
2023; en tonnes de CO₂e et contribution



Source : rapport de KPMG

Figure 6 Comparaison de l'empreinte carbone des activités maritimes

Selon les estimations de KPMG, 92 % des émissions du secteur maritime proviendraient des navires. Toutefois, 18 % des émissions générées par les navires surviennent lorsqu'ils sont accostés ou ancrés. Une portion significative proviendrait donc de navires lorsqu'ils sont en territoire portuaire.

De ces faits, entreprendre la démarche par la réduction des GES à la source dans l'industrie maritime est la base de toute démarche de décarbonation. Il est possible de mettre en œuvre rapidement des solutions concrètes de réduction des émissions avec peu d'investissements. De plus, l'industrie maritime dispose de compétences dans l'optimisation de l'efficacité énergétique en mer et sur terre.

Constats

- Beaucoup d'efforts ont été consacrés à la réduction de la consommation en énergie, tant en ce qui a trait aux flottes qu'aux infrastructures. Ces efforts ont eu un impact direct sur la réduction des GES;
- Le Programme en efficacité du transport maritime, aérien et ferroviaire (PETMAF), avec les audits énergétiques, a permis de tester plusieurs technologies qui sont maintenant disponibles et applicables;
- Afin d'atteindre les cibles de décarbonation, il existe certaines mesures permettant de réduire davantage l'empreinte GES. Par exemple, la réduction de la vitesse des navires, des distances qu'ils parcourent et des quantités de marchandise qu'ils transportent est possible, mais difficilement conciliable avec la volonté d'accroître le volume de marchandise transitant par la voie maritime;
- Le coût élevé des nouvelles technologies freine leur adoption massive et nécessite régulièrement un soutien financier;
- Certaines solutions auront des impacts, entre autres sur les façons de faire et les coûts d'opération.

Faits saillants

- L'adoption de politiques de mise à l'arrêt des camions en attente au port est la solution qui requerrait le moins d'efforts tout en offrant des réductions de GES modestes;
- Sur le plan de l'optimisation de l'efficacité des bâtiments et autres installations en zone portuaire, la réduction des GES varie grandement selon l'état et le type d'énergie utilisés actuellement;
- La Société de financement et d'accompagnement en performance énergétique (SOFIAC) accompagnera l'Administration portuaire de Montréal dans un projet global d'efficacité énergétique qui a le potentiel de réduire de plus de 60 % les émissions de GES des bâtiments sous sa responsabilité opérationnelle;
- La solution visant la réduction de la vitesse des navires peut s'avérer efficace dans la mesure où la capacité de transport maritime excède la demande. En effet, si la réduction de la vitesse des navires se traduit par l'augmentation du nombre de voyages, la solution manque alors sa cible;
- L'utilisation de drones de surveillance dans les ports afin de mesurer les émissions atmosphériques des navires ne semble pas être une solution des plus efficaces puisqu'elle nécessite la mise en place d'équipes de surveillance et d'opérateurs de drone;
- La solution de station fixe avec des capteurs pour analyser la qualité de l'air semble prometteuse. Dans le cadre du projet Enviro-Actions, le Port de Sept-Îles et, récemment, celui de Saguenay, expérimentent cette technologie. Toutefois, cette solution pourrait être intéressante à plus long terme pour surveiller l'efficacité de la mise en place d'autres mesures à travers les différents chantiers;
- Le transport maritime est sous le régime du marché carbone européen depuis le 1er janvier 2024. De plus, les marchandises entrant en Europe sont tarifées en fonction des émissions de l'armateur, et des surcharges seront facturées à ce titre aux clients (Fainsilber, 2023).

Réduction des GES à la source

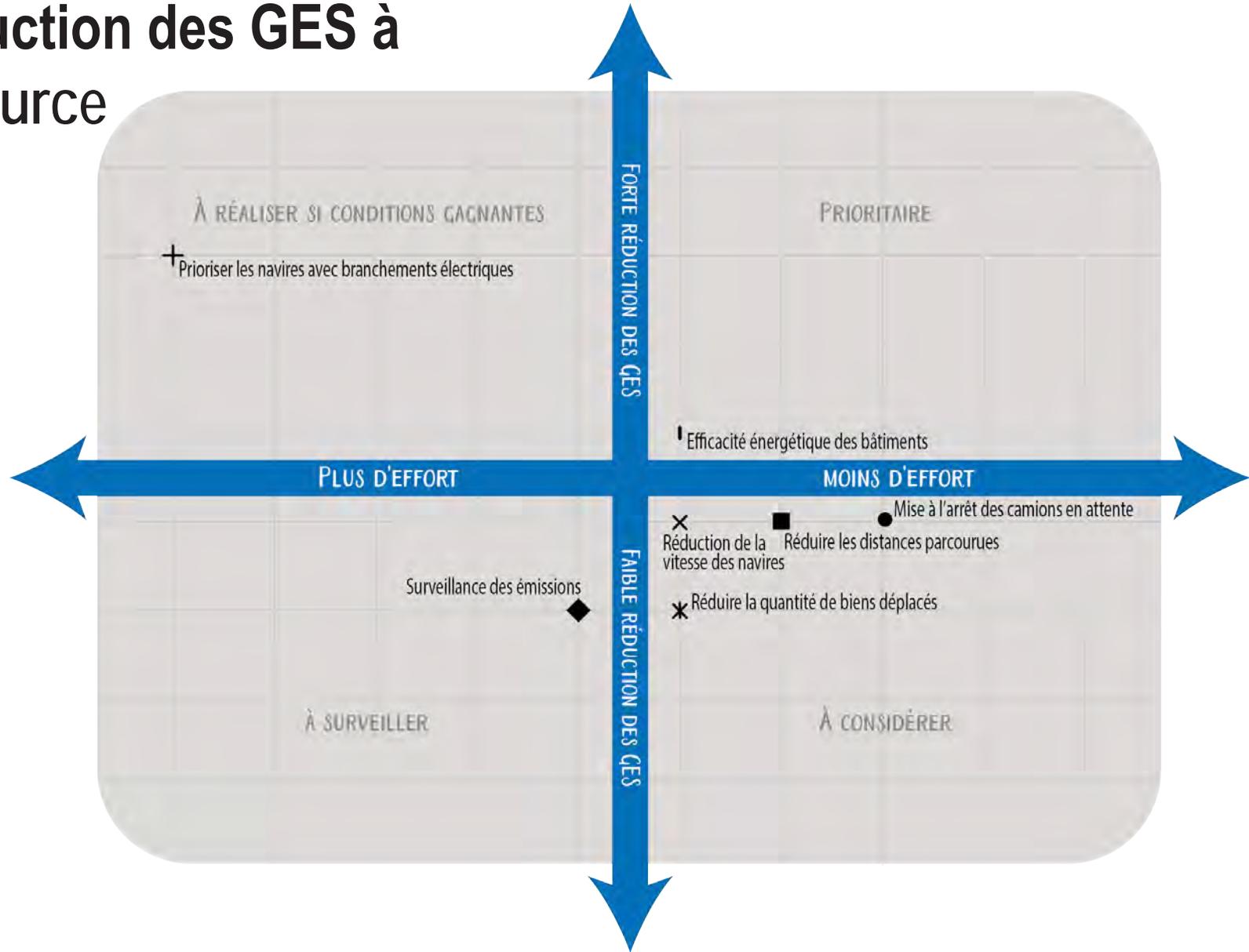


Figure 7 Matrice de réduction des GES à la source

7.2 Chantier 2 : Mise en place d'une chaîne logistique intelligente et décarbonée

État de la situation

L'industrie maritime et l'ensemble des acteurs du transport des marchandises ont tout intérêt à se mobiliser et à mettre de l'avant des stratégies communes et des solutions porteuses pour accélérer la décarbonation au Québec.

L'apparition de l'intelligence artificielle et la gestion de mégadonnées facilitée ouvrent des perspectives intéressantes pour optimiser la chaîne logistique maritime. À l'instar de l'optimisation des navires, améliorer la chaîne logistique par la collecte, le développement d'outils de gestion et la transmission d'information pertinente et au bon moment peuvent contribuer à réduire les émissions de GES. Les enjeux et les difficultés de coordination entre les expéditeurs, les ports et terminaux et les armateurs peuvent être réduits en mettant à contribution l'information de manière optimale.

L'optimisation des flux logistiques est une stratégie efficace pour réduire l'empreinte des activités portuaires, terrestres comme maritimes. En optimisant la gestion de la logistique portuaire, les administrations portuaires et leurs usagers peuvent diminuer les congestions, générant ainsi des gains d'efficacité tout en réduisant les émissions liées au transport de marchandises. Les technologies innovantes telles que les logiciels de gestion intelligente des flottes de véhicules et de navires, d'optimisation des itinéraires et de consolidation des cargaisons connaissent une adoption croissante par les zones portuaires (rapport de Dunsky).

Le transport intermodal est de plus en plus considéré comme la clé d'une logistique efficace et durable. Cette approche consiste à combiner plusieurs modes de transport différents, tels que le transport routier, ferroviaire, maritime ou aérien, pour assurer la livraison des marchandises de manière efficace et écologique. Le principe du meilleur moyen de transport selon le type de produit et la distance à parcourir doit être considéré. Il permet également d'améliorer la flexibilité et la sécurité de la chaîne logistique.

Constats

- Intérêt, notamment de la part des centres de recherche concernant le développement de solutions touchant le secteur des technologies de l'information et de l'automatisation;
- L'élaboration d'un plan d'action pour décarboner le transport maritime ne peut atteindre son plein potentiel si les actions ne sont pas intégrées dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement;
- Des applications telles que Opti-Marée et le logiciel de l'Administration de pilotage des Laurentides visent à optimiser la navigation en s'appuyant sur des prévisions météorologiques, de marées et de courants, notamment;
- Plusieurs projets sont en développement, par exemple : projet Mercure (Société Terminaux Montréal Gateway), modèle collaboratif d'apprentissage pour optimiser les déplacements des navires (Groupe CSL), optimisation d'une application existante (Administration de pilotage des Laurentides), plateforme de partage de données (Sodes);

- La mise en place de corridors verts offre l'occasion d'entreprendre le partage de données et de standardiser des façons de faire afin d'optimiser les mouvements et générer des initiatives favorisant l'émergence de routes maritimes durables;
- Des corridors verts voient le jour au Québec depuis 2021 : entre le port de Montréal et le port d'Anvers (Europe); entre le Québec et Terre-Neuve; lancement en 2022 de l'alliance des ports de Montréal, de Trois-Rivières et de Québec; ajout en octobre 2024 des ports de Saguenay et de Sept-Îles.

Faits saillants

- L'intégration de l'intelligence artificielle et la possibilité de partager des données ouvrent la voie à de nouvelles façons de faire qui auront des impacts positifs sur l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement et sur une éventuelle réduction des GES;
- Les mesures touchant l'écofiscalité seraient celles offrant le plus fort potentiel de réduction de GES. Toutefois, plusieurs de ces mesures concernent la tarification du carbone par le biais de taxes, ce qui soulève des enjeux commerciaux et demande ainsi un effort relativement plus élevé pour être mis en place;
- La mise en place d'une politique durable du transport des marchandises pourrait encadrer et soutenir une gestion intermodale du transport des marchandises, basée sur les véritables coûts et l'empreinte environnementale des produits transportés;
- Le programme d'incitatifs EcoCargo du Port de Québec permet aux armateurs qui adoptent des pratiques écoresponsables d'obtenir jusqu'à 15 % de rabais sur le droit de port. Le crédit accordé dépend du meilleur niveau de certification atteint au programme Alliance verte ou au programme RightShip;
- Considérant que certains ports ont des tarifs portuaires incitatifs pour les armateurs adoptant des mesures de réduction de GES, il serait relativement facile de développer la pratique dans un corridor maritime;
- L'automatisation des terminaux portuaires est une tendance qui prend de l'expansion en Asie et en Europe. L'automatisation réduit inévitablement le besoin de débardeurs et d'opérateurs d'équipements, ce qui soulève des inquiétudes légitimes au sein des communautés portuaires (Acconage, 2024a);
- L'optimisation des opérations portuaires par l'automatisation permet de limiter les déplacements inutiles des équipements lourds et des navires, réduisant ainsi la consommation d'énergie. En automatisant les processus, les ports peuvent mieux contrôler l'utilisation de leurs ressources, notamment l'électricité et le carburant, contribuant à la réduction de leur empreinte carbone (Acconage, 2024b).

Mise en place d'une chaîne logistique intelligente et décarbonée

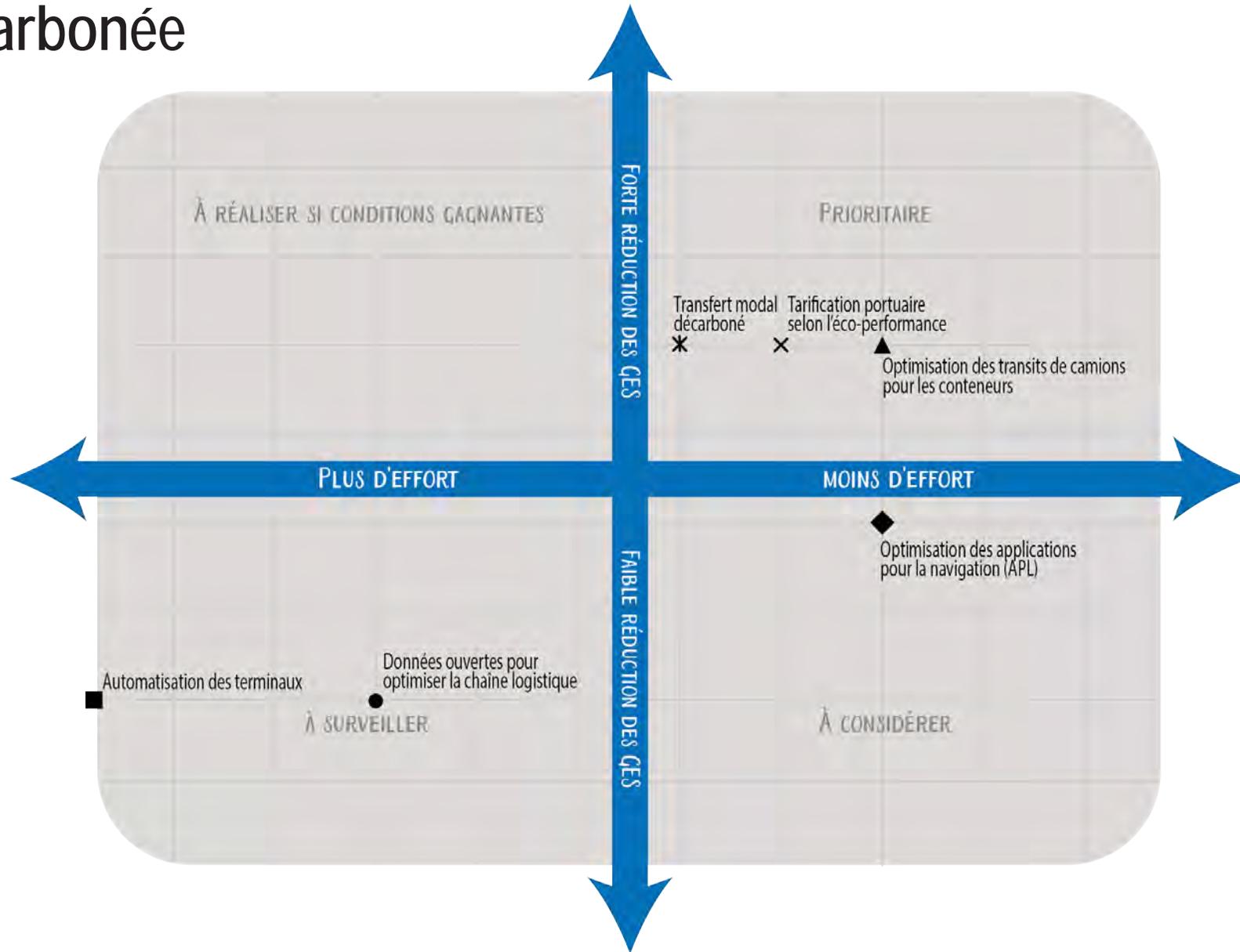


Figure 8 Matrice de la mise en place d'une chaîne logistique intelligente et décarbonée

7.3 Chantier 3 : Transition vers l'électrification des ports

État de la situation

Une bonne partie des activités se prête bien à l'électrification. Administrations portuaires et opérateurs de terminaux ont des rôles bien déterminés et chacun peut mettre en place des solutions d'électrification avec des technologies ayant fait leurs preuves.

Le bouquet énergétique du Québec lui confère un avantage stratégique mondial dans le domaine maritime. Toutefois, des enjeux d'accès à des blocs d'énergies de la part d'Hydro-Québec font partie des défis à résoudre pour que l'électrification à grande échelle des activités portuaires puisse devenir une réalité. Une nouvelle réglementation en matière de production électrique et de commercialisation par le secteur privé pourrait faciliter l'implantation de l'ensemble des solutions proposées (projet de loi 69).

L'électrification des quais est non seulement le principal levier de décarbonation sur les territoires portuaires, mais il constitue un élément majeur pour assurer la compétitivité mondiale à moyen-long terme du corridor Saint-Laurent–Grands-Lacs et, par le fait même, l'autonomie du Québec sur le plan des chaînes d'approvisionnement.

À l'échelle internationale et même au port de Belledune au Nouveau-Brunswick, certains ports souhaitent contribuer à alimenter les navires en énergie grâce à leur propre production d'énergie, qui doit évidemment d'abord servir à alimenter leurs propres besoins et contribuer au bouquet énergétique de la région (Administration portuaire de Belledune, 2023). Les projets éoliens, centrales de biogaz, panneaux photovoltaïques et systèmes de stockage se développent en zone portuaire et en périphérie. Au port de La Rochelle par exemple, la solarisation de hangars a commencé depuis plusieurs années. Ce sont plus de sept hangars du port qui sont actuellement dotés de panneaux solaires (Mer et Marine, 2022).

Selon les estimations, les activités portuaires généreraient environ 18 % des émissions de GES de provenance maritime au Québec (rapport de KPMG). Cette donnée porte à croire que les actions dans ce domaine seraient suffisamment significatives pour y accorder l'attention qu'elle mérite. Les solutions proposées font en sorte que des gains rapides pourraient être obtenus par le biais de l'électrification des activités portuaires. De plus, l'électrification des ports entraînerait notamment une amélioration de la qualité de l'air et une diminution du bruit et des vibrations. Il s'agit également d'une action essentielle au maintien de la compétitivité du corridor Saint-Laurent–Grands-Lacs et à l'autonomie du Québec dans les chaînes d'approvisionnement à moyen-long terme.

En plus de la réduction d'émission de GES, il est important de mentionner ces autres gains sociétaux et environnementaux que permettrait l'électrification à quai (qualité de l'air et réduction du niveau sonore, des odeurs et des vibrations). Ces gains sont particulièrement importants pour les ports urbains.

Constats

- La majorité des équipements portuaires existe en version électrique et les fabricants des engins de manutention augmentent continuellement leur gamme de produits offerts;
- Il y a des enjeux quant à la rapidité de recharge, par exemple pour des opérations en continu, et d'efficacité par temps froid;
- Les grands engins portuaires ont majoritairement une mobilité restreinte, ce qui se prête également bien à leur électrification;
- Le mode de tarification des blocs d'énergie industriels d'Hydro-Québec n'avantage pas nécessairement les activités portuaires, dont la demande est sporadique par nature;
- Les navires de croisière sont actifs environ quatre mois par année et la demande en puissance peut dépasser les 10 MW (tableau 4);
- Les vraquiers et porte-conteneurs naviguent sur plusieurs mois et effectuent plusieurs fréquences dans les mêmes destinations avec une demande inférieure à 3 MW (tableau 4);

Tableau 4 Puissance et fréquence électriques requises par type de navire dans le monde

Type de navire	Demande de puissance moyenne (MW)	Demande de puissance pointe (MW)	Demande de puissance pointe pour 95% des navires (MW)	50 Hz	60 Hz
Porte-conteneurs (<140 m)	0.17	1	0.8	63%	37%
Porte-conteneurs (>140m)	1.2	8	5	6%	94%
Ensemble des porte-conteneurs	0.8	8	4	26%	74%
Citernes	1.4	2.7	2.5	20%	80%
Croisières (<200m)	4.1	7.8	6.7	36%	64%
Croisières (>200m)	7.5	11	9.5	-	100%
Croisières (>300m)	10	20	12.5	-	100%
Ensemble des navires de croisières				17%	83%
Vraquiers	0.3	2.1	1.5	30%	70%

Sources : ABB, Innovation maritime

- La réglementation en vigueur ne permettrait pas aux administrations portuaires de revendre à profit l'électricité aux armateurs afin de financer les bornes de connexion. À titre d'exemple, le tarif D est d'environ 0,10 \$/kWh alors que le coût en diesel d'une génératrice de navire est d'environ 0,30 \$/kWh;
- Le Port de Montréal a développé un tarif pour le raccordement des navires de croisière. Un port peut très bien développer un tarif incluant les opérations de connexion/déconnexion et la maintenance de l'infrastructure pour recouvrer ses coûts.

Faits saillants

- L'électrification des équipements de manutention portuaires offre un bon potentiel de réduction des GES en zone portuaire et représente une solution simple à mettre en place;
- L'installation de branchements électriques à quai pour les navires offre l'un des plus forts potentiels de réduction de GES, mais des enjeux financiers, réglementaires et de configuration doivent être résolus pour appliquer cette solution à grande échelle sur le Saint-Laurent;
- La mise en place d'un micro-réseau portuaire n'est pas nécessairement une solution directe de réduction des émissions des GES, mais plutôt une solution pour accélérer l'électrification des opérations dans la zone portuaire par de l'autoproduction;
- Les micro-réseaux permettent une plus grande autonomie pour contourner le manque de puissance disponible. Le projet de loi 69 permettrait aux administrations portuaires de vendre, à leurs conditions, l'énergie aux armateurs et arrimeurs. De plus, les micro-réseaux offrent l'opportunité de diversifier les sources de revenus et d'être plus attractif pour accueillir des producteurs d'énergies vertes;
- Bien que l'installation d'unités de batterie de stockage dans les ports ne réduise pas directement les émissions de GES, elle permet d'optimiser l'efficacité énergétique entre un approvisionnement et une consommation énergétique portuaire qui ne sont pas parfaitement coordonnés. Cette solution permet d'avoir un approvisionnement électrique constant à bon prix afin de le distribuer selon la demande des opérations portuaires, en plus de stocker l'énergie produite (solaire, éolien) dans les ports afin d'être redistribuée au moment de la demande.

Transition vers l'électrification des ports

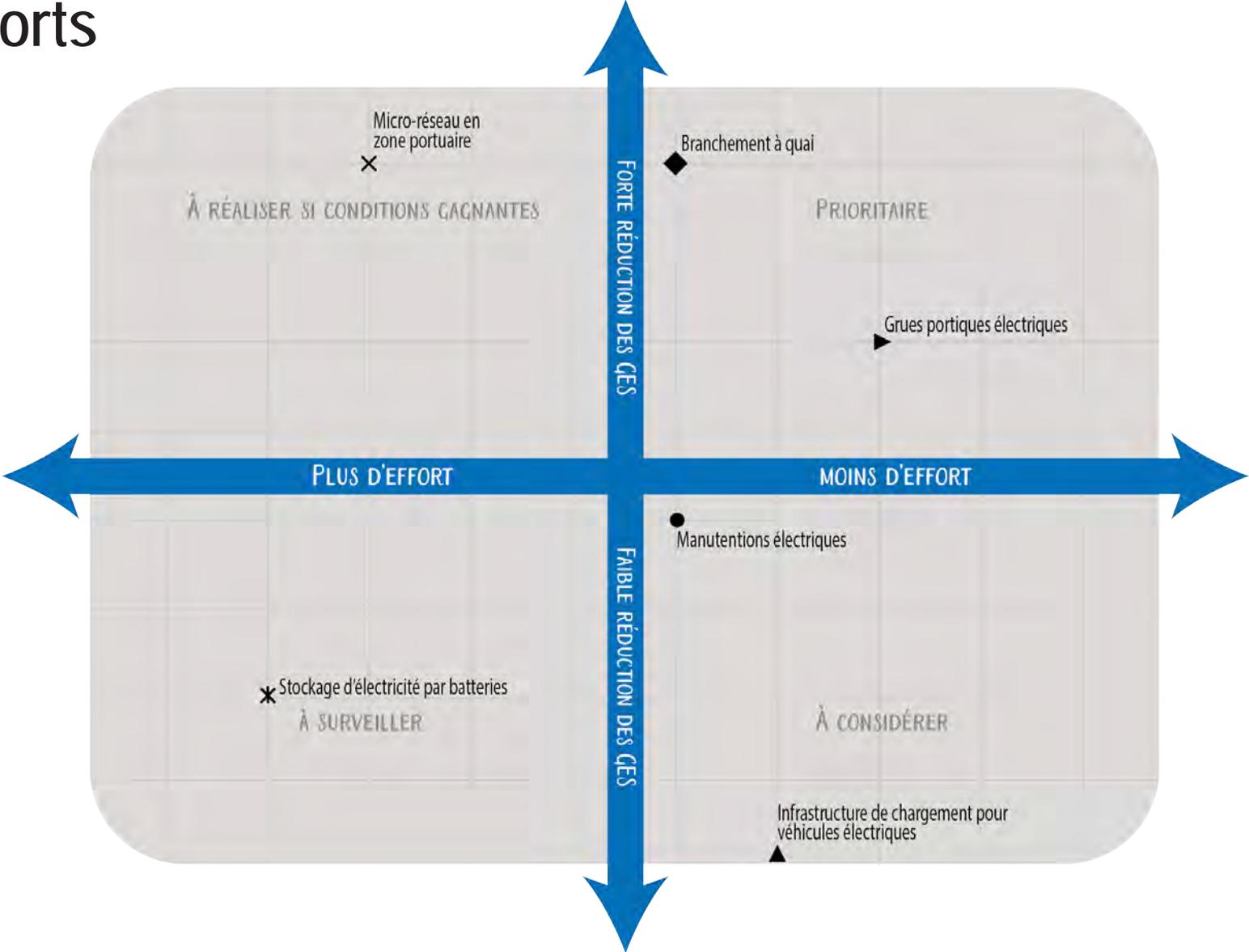


Figure 9 Matrice de la transition vers l'électrification des ports

7.4 Chantier 4 : Optimisation de la flotte et de la consommation de carburant

État de la situation

Depuis longtemps, les armateurs cherchent à optimiser leurs navires afin d'améliorer l'efficacité et les coûts d'opération. L'optimisation de leur flotte a principalement été motivée par la réduction des coûts versus la maximisation des revenus ou encore par l'augmentation de la fiabilité des opérations. Le carburant constitue une dépense importante; les actions prises pour en réduire la consommation se traduisent directement par une diminution des émissions de GES.

Toutefois, ajouter la réduction des GES comme critère d'évaluation pour l'optimisation de la flotte ne se traduit pas nécessairement par une réduction des coûts d'opération, car des investissements en équipements doivent être effectués. Certains équipements tardent à se rentabiliser avec les économies de carburant, ce qui est contre-intuitif pour un armateur désireux de demeurer compétitif.

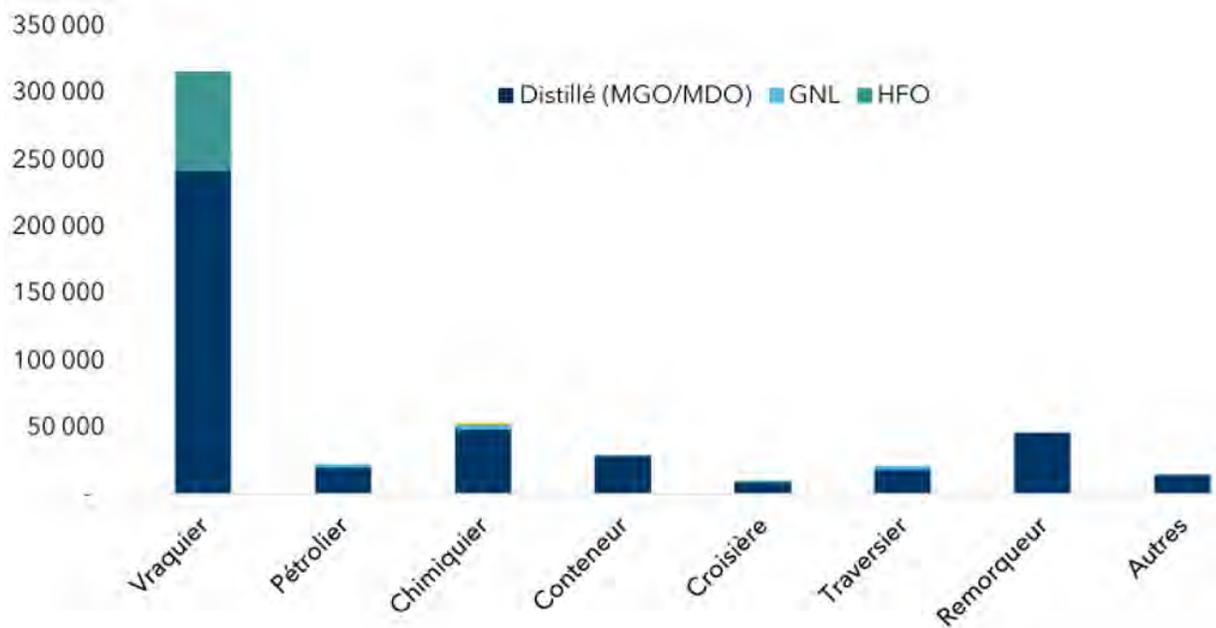
Le coût du carburant peut représenter jusqu'à 60 % des coûts totaux d'exploitation des flottes (Jaramillo Jimenez et al., 2022). Réduire la facture énergétique de 1 % seulement peut engendrer des économies de centaines de milliers de dollars chaque année pour les navires de taille importante et éviter l'émission de plusieurs centaines de tonnes d'émissions de GES. Ainsi, l'adoption de carburants alternatifs nécessaires à la transition vers la carboneutralité – mais dont le coût peut demeurer un obstacle – serait facilitée par la réduction de la demande totale en énergie des navires.

C'est dans ce contexte que l'optimisation de la consommation de carburant aura un impact important sur la réduction des émissions de GES.

Constats

- L'optimisation des navires doit tenir compte de plus en plus de la réduction des émissions de GES comme critère d'évaluation;
- Les coûts élevés des technologies propres limitent les initiatives, considérant que les navires ont généralement une durée de vie de 20 à 30 ans;
- Certaines actions peuvent se rentabiliser rapidement par l'économie de carburant pour les navires plus récents;
- L'optimisation des plus vieux navires ne peut être priorisée compte tenu du temps restant pour amortir les investissements;
- La réglementation est non uniforme et peu contraignante dans la très grande majorité des pays;
- Plusieurs actions ont été réalisées et financées par le Programme en efficacité du transport maritime, aérien et ferroviaire (PETMAF) au moyen des audits énergétiques;

- Le programme de soutien pour la réalisation d'audits d'efficacité énergétique des navires du Québec guide les armateurs sur les actions offrant les meilleurs résultats tant en matière de réduction de GES que d'optimisation des coûts.



Source : (Zhihang & Comer, 2023)

Figure 10 Consommation de carburant par type de navire dans la zone Saint-Laurent en 2019 (tonne équ. pétrole)

Faits saillants

- En retenant les valeurs moyennes de potentiel de réduction observées pour les différentes mesures d'efficacité considérées dans cette étude, les économies de carburant associées sont estimées à 36 % en cumulé pour l'industrie maritime québécoise (rapport de Dunsky);
- La peinture antisalissure à faible friction constitue une solution qui permet de réduire de manière relativement importante les émissions de GES, en plus d'être accessible, facile à mettre en place et financièrement rentable. Étant donné que les navires vont régulièrement en cale sèche et que la peinture antisalissure doit être renouvelée, cette solution s'applique à tous les navires sans égard à leur âge;
- L'optimisation de l'efficacité énergétique des navires est la solution qui permettrait de réduire le plus les émissions de GES. Chaque navire étant différent, un audit énergétique du navire est nécessaire pour déterminer les meilleures technologies à adopter. Compte tenu du temps nécessaire pour les retours sur investissement en optimisation, l'intérêt des armateurs pour améliorer leurs plus vieux navires n'est pas aussi important que pour les plus récents;

- Le nettoyage de coque robotisé permet de garder la coque des navires propres, ce qui réduit leur consommation. Ces appareils de nettoyage robotisés pourraient fonctionner lorsque le navire serait à quai, ne retardant ainsi aucunement les opérations maritimes. Les technologies existent et sont disponibles. Néanmoins, il faut souligner que le nettoyage des coques dans un port implique que tous les résidus se retrouvent au fond de l'eau, ce qui soulève la question de l'acceptabilité sociale et de la préservation de l'environnement, surtout dans un contexte entourant les espèces envahissantes;
- L'installation de meilleurs systèmes de réduction catalytique (NOx) contribuerait à l'amélioration de la qualité de l'air mais peu à la réduction des émissions de GES;
- La presque totalité des navires sont équipés de systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation offrant des conditions de travail et de vie à bord plus confortables. Dans certains cas, des systèmes plus performants pourraient être installés à bord des navires afin de réduire la consommation énergétique liée au chauffage et à la climatisation;
- Les épurateurs permettent aux navires de croisière de se conformer à la réglementation environnementale de l'OMI en matière d'émissions atmosphériques;
- L'installation de systèmes de lubrification à l'air a démontré ses avantages, mais semble offrir des réductions limitées par rapport aux autres options d'optimisation.

Optimisation de la flotte et de la consommation de carburant

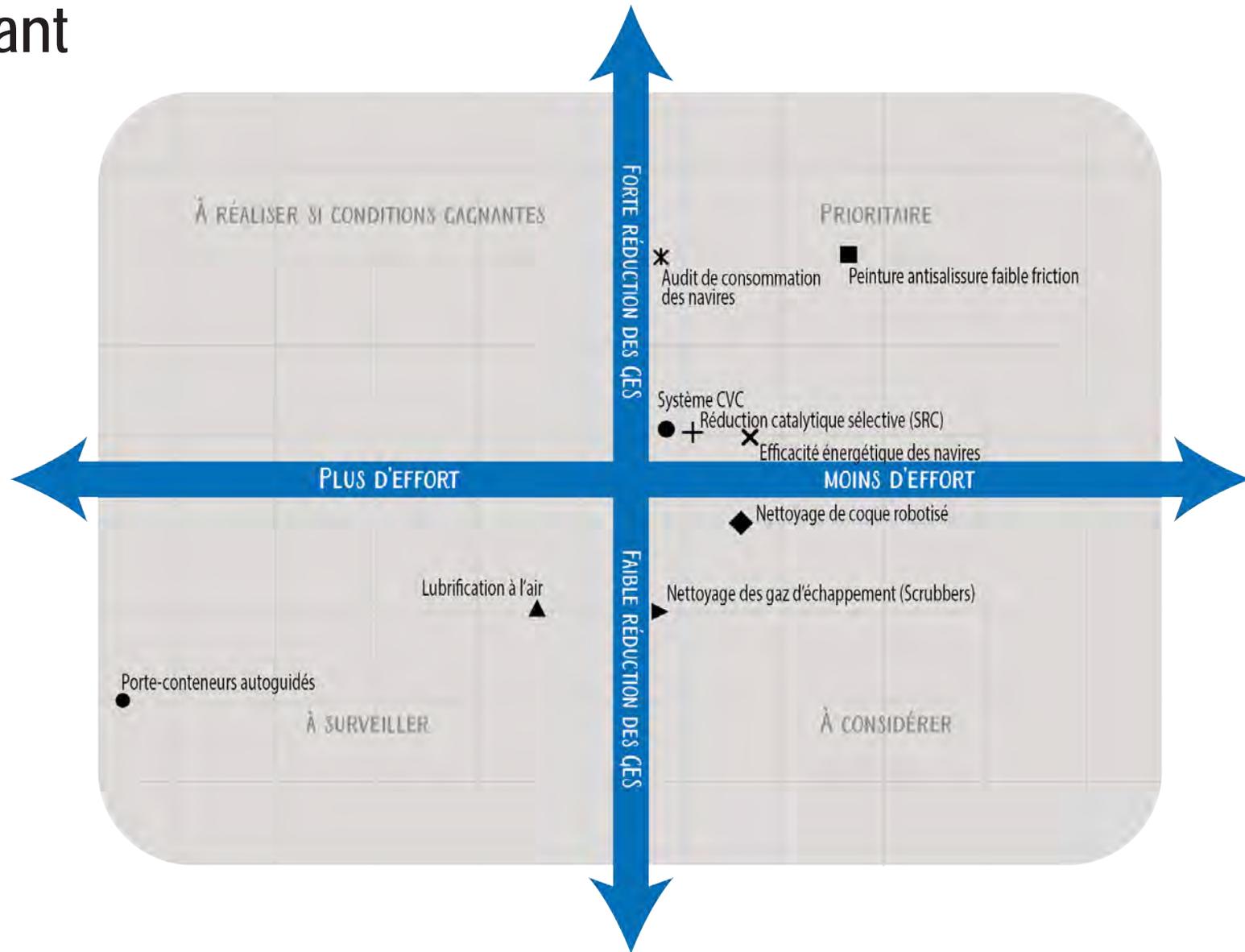


Figure 11 Matrice d'optimisation des navires

7.5 Chantier 5 : Améliorer l'empreinte carbone des carburants et autres propulsions

État de la situation

Les solutions de recharge aux carburants fossiles conventionnels existent depuis plusieurs décennies. La production selon une faible demande, la disponibilité des approvisionnements, la compétition des usages dans différents secteurs (p. ex. : transport routier, industrie), leur rendement énergétique et environnemental global ainsi que leurs coûts demeurent les principaux obstacles à leur adoption. Dans certains cas, les technologies, les infrastructures et les cadres réglementaires les entourant sont peu ou pas développés. Étant donné que le carburant est l'une des principales dépenses opérationnelles d'un navire, il est compréhensible que l'adoption de solutions de recharge soit considérée après la mise en place de mesures plus accessibles comme celles de l'amélioration de l'efficacité et de la gestion de l'énergie.

Ces dernières années, plusieurs organisations, dont l'OMI, l'Agence internationale de l'énergie (AIE), l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), l'American Bureau of Shipping (ABS), l'Institut maritime du Québec (IMAR) et le fournisseur de solutions de gestion numérique des navires DNV, ont publié des feuilles de route et des projections sur la décarbonation du secteur maritime. Toutefois, en raison de la dépendance des choix de carburants alternatifs à des facteurs tels que la maturité de la chaîne d'approvisionnement et des technologies de moteurs, l'impact sur la biodiversité, les contraintes de terres arables, les coûts de production, la sécurité et les émissions de GES, les rapports décrits présentent des points de vue contradictoires. Le principal point de désaccord concerne les rôles du méthanol, du gaz naturel liquéfié et de l'ammoniac. Ces incertitudes ont un impact majeur sur les autorités portuaires et les fabricants de navires, influençant leurs décisions en matière de nouveaux contrats et d'investissements dans les infrastructures nécessaires à cette transition (rapport de Dunsky).

Il faut également mentionner que certaines garanties offertes par les motoristes se limitent à certains carburants répondant à des normes précises. Afin de répondre aux tendances en matière de carburants alternatifs, plusieurs motoristes ont développé des moteurs bicarburants, permettant ainsi aux armateurs d'adopter de nouvelles pratiques tout en ayant la possibilité d'opérer avec des carburants conventionnels.

Constats

- L'utilisation de terres agricoles pour la production de carburants verts soulève des questions éthiques (1re génération) et environnementales (IET, 2015-2024);
- Les biocarburants produits à base de matière organique résiduelle dans les secteurs agricole et municipal (1re génération) et forestier (2e génération) offrent des avantages environnementaux et opérationnels, mais leurs disponibilités demeurent restreintes;
- De nouveaux biocarburants, dits de 3e génération, sont en démonstration et proviennent d'organismes tels que les microalgues ou microorganismes génétiquement modifiés, offrant potentiellement une non-concurrence avec les cultures alimentaires. Des analyses d'impacts et d'importantes améliorations technologiques sont toutefois nécessaires avant que ces biocarburants puissent être considérés à grande échelle;

- Plusieurs armateurs québécois ont déjà effectué des tests de mélange de diesel marin avec du FAME (éther méthylique d'acides gras) . Bien que les résultats soient dans l'ensemble positifs, certaines contraintes majeures ont été soulevées lors d'entrevues avec les armateurs Fednav et Desgagnés. Ces contraintes concernent la maintenance des infrastructures de stockage, en raison de la contamination bactérienne et de l'oxydation engendrées par le biodiesel, ainsi que la propension du carburant à générer du givrage (rapport de Dunsky);
- Sur la base d'une analyse de cycle de vie (de la production à l'utilisation), les réductions de GES sont limitées, voire nulles, pour certains carburants alternatifs provenant de l'exploitation pétrolière conventionnelle tels que le gaz naturel, l'hydrogène (gris et bleu) et le propane;
- Le propane peut également être produit à partir de biomasse, comme le diesel renouvelable. Des travaux exploratoires cherchent à permettre le remplacement de propane par du diméthyle éthane (DME) renouvelable produit à partir de biométhanol;
- Parmi les nouveaux carburants à base d'hydrogène vert, l'industrie maritime mondiale semble prioriser le méthanol vert comme carburant de remplacement à moyen terme, en raison de sa faible toxicité par rapport à l'utilisation de l'ammoniac vert;
- L'hydrogène est le seul carburant alternatif dont la rentabilité de production n'est pas reliée à des économies d'échelle, grâce au caractère très modulable des électrolyseurs. Cette modularité offre une opportunité aux ports d'investir dans des capacités d'autoproduction d'hydrogène vert;
- Le méthanol peut être produit à 50 % à partir de résidus de l'industrie forestière québécoise. L'autre moitié doit provenir de matières résiduelles de centres de tri (Léouzon, 2024);
- Les carburants à base d'hydrogène vert sont sujets à d'importantes pertes énergétiques globales à travers la chaîne de valeur. L'efficacité énergétique des carburants alternatifs doit donc être prise en considération en raison de leur faisabilité à grande échelle;
- Au Québec, des huiles pyrolytiques sont produites à partir de résidus forestiers pour remplacer du mazout lourd utilisé par les usines de bouletage. Bien qu'il y ait une compétition d'usage pour l'utilisation finale des résidus forestiers et de ce carburant, le producteur actuel a la capacité d'augmenter sa production;
- La majorité des biocarburants, y compris les huiles pyrolytiques, peuvent être mélangés avec les carburants fossiles afin de réduire globalement les émissions de GES tout en limitant l'augmentation des coûts d'exploitation des navires;
- Les technologies des piles à combustible pour les navires sont encore au stade embryonnaire et nécessiteront des années de recherches, de développement et de démonstration;
- La flotte mondiale des navires de croisière s'électrifie rapidement. Plusieurs obligations de branchement sont prévues en Europe au cours des prochaines années.

Faits saillants

- Le gaz naturel liquéfié (GNL) est l'une des solutions qui requièrent le moins d'effort. Le potentiel de réduction des GES dépend de l'origine de la production du GNL (p. ex. : fossile, synthétique, biogaz). Dans des conditions optimales, le remplacement du carburant diesel par du GNL de source fossile pourrait réduire les GES de 21 à 29 % (CNGVA, 2022). Toutefois, en évaluant le bilan des GES sur l'ensemble du cycle de vie, ces réductions pourraient s'effacer. Le potentiel de décarbonation de l'utilisation de gaz de source renouvelable et durable serait plus élevé. Cependant, les quantités disponibles sur le marché sont limitées;
- Bien qu'imparfaites, les solutions impliquant des biocarburants sont les actions requérant le moins d'efforts et offrant le plus fort potentiel de réduction de GES à court terme lorsqu'elles sont jumelées à des mesures de gestion de la consommation d'énergie. Ces solutions s'appliquent autant à bord des navires qu'aux équipements de manutention portuaire. Les approvisionnements sont toutefois limités par la disponibilité des intrants de source durable pour leur production et la concurrence sur les usages;
- Valorisation de l'e méthanol : le Québec détient un avantage notable en matière de production d'e méthanol. Développer une chaîne d'avitaillement locale destinée aux premières flottes intéressées et empruntant le fleuve Saint-Laurent pourrait rapidement positionner le Québec parmi les joueurs importants de l'innovation énergétique maritime mondiale;
- L'utilisation des huiles pyrolytiques offre un potentiel de réduction des GES, mais nécessite encore du développement technologique et de la démonstration opérationnelle avant de pouvoir être compétitive et adaptée pour l'industrie maritime et portuaire;
- Les carburants tels que l'ammoniac vert et l'hydrogène vert, qu'ils soient utilisés directement comme carburant ou dans des piles à combustible, demandent encore des recherches et des développements significatifs avant de pouvoir être considérés comme des solutions à grande échelle par l'industrie maritime et portuaire. Ils soulèvent des enjeux majeurs de sécurité, de densité et de stockage;
- L'utilisation de navires électriques ou hybrides se limite à des cas précis qui ne concernent qu'une petite partie de la flotte. En effet, les navires doivent pouvoir se recharger sur une base régulière, ce qui limite cette solution aux navires de croisière d'excursion, aux traversiers et à certains remorqueurs portuaires. Le potentiel de réduction des GES des navires électriques est directement lié au bouquet énergétique du fournisseur d'électricité;
- La clé de voûte est l'utilisation de carburant alternatif non émetteur. Il est donc indispensable de planifier une stratégie permettant d'assurer sans délai la production, la distribution et la consommation de carburants et énergies alternatives, incluant l'électricité, en lien avec le mandat du Groupe de travail sur la décarbonation de l'industrie maritime qui, dans ses travaux, « proposera au gouvernement du Québec une vision encadrant la production, la distribution et l'entreposage des bioénergies ou d'autres sources d'énergie moins émettrices ainsi que le déploiement des branchements électriques à quai pour tous les types de navires » (MTMD, 2024);
- La propulsion vélique aurait déjà permis d'économiser annuellement entre 5 et 9 % de carburant pour certains navires et son potentiel est même estimé à 25 % de gain d'efficacité (DNV, 2024).

Améliorer l'empreinte carbone des carburants et autres propulsions

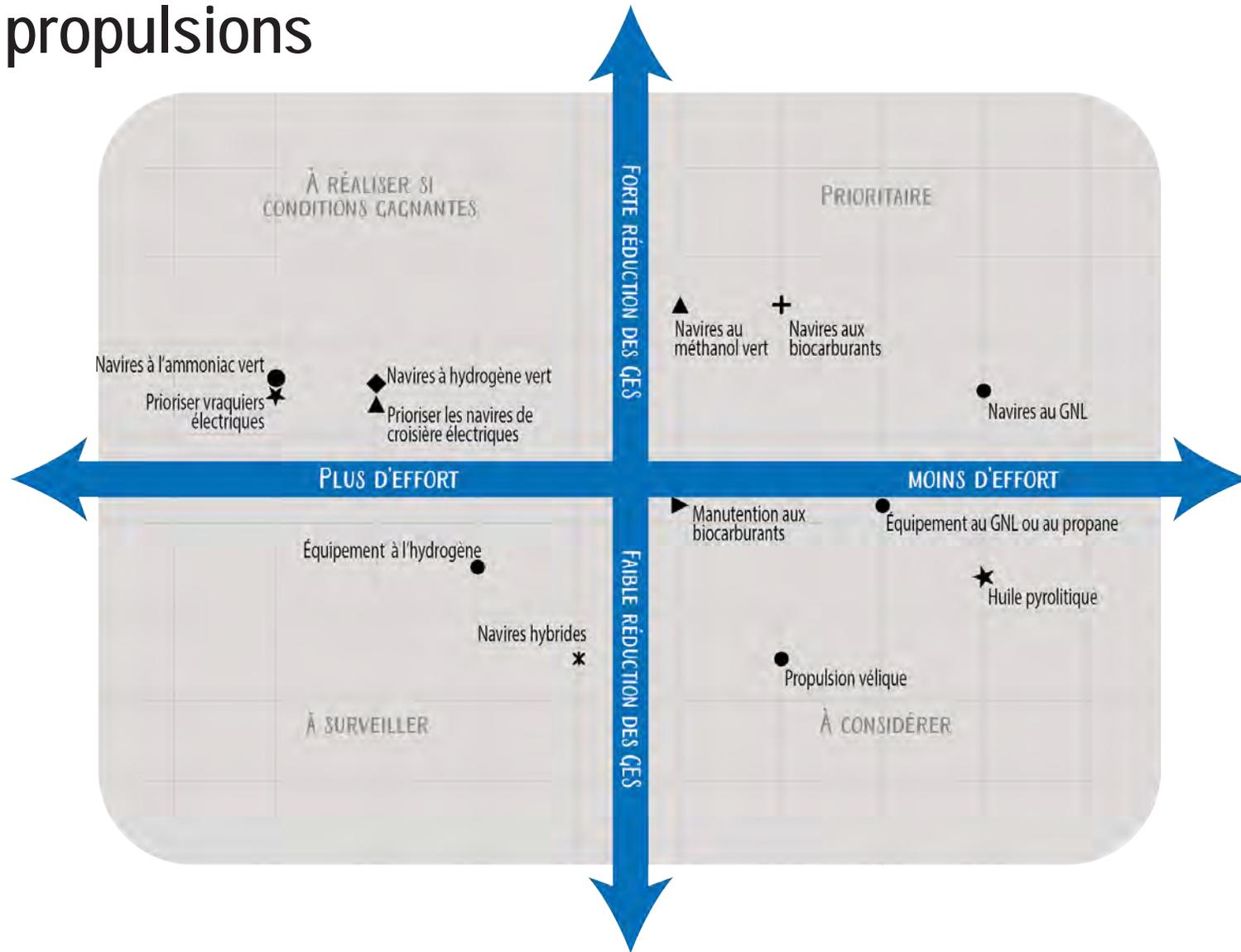


Figure 12 Matrice de de l'amélioration de l'empreinte carbone des carburants et autres propulsions

7.6 Chantier 6 : Compensation des GES

État de la situation

Le marché du carbone au Québec est un système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de GES mis en place en 2013. Dans ce système, le gouvernement fixe un plafond annuel de GES pour les entreprises des secteurs industriels et de l'énergie. Les entreprises doivent acheter des « crédits carbone » pour couvrir leurs émissions et peuvent vendre les surplus si elles émettent moins que leur quota. L'objectif est de réduire progressivement les émissions de GES tout en incitant les entreprises à adopter des pratiques plus durables.

La compensation carbone consiste à essayer de contrebalancer ses propres émissions de CO₂ par le financement de projets de réduction d'autres émissions ou de séquestration de carbone. Elle est présentée comme étant l'un des outils disponibles pour atteindre la carboneutralité dans le contexte de l'atténuation du réchauffement climatique. Elle s'applique essentiellement au CO₂, mais peut s'appliquer également aux émissions d'autres GES (Wikipédia, 2024).

Malgré l'abondance de solutions visant la réduction des émissions de GES par l'industrie maritime, force est de constater que la décarbonation complète s'annonce impossible à atteindre. Pour pallier les limitations empêchant la décarbonation complète, l'industrie maritime peut recourir à l'achat de crédits carbone provenant de différentes sources.

En cas de recours à des crédits carbone, il est important de s'assurer de la qualité et de l'intégrité environnementale de ces derniers. La réduction ou le retrait du carbone doit être permanent, vérifiable et quantifiable.

Il existe également des technologies en démonstration pour le captage et le stockage de carbone. Bien que les technologies de captage de CO₂ soient imparfaites, elles représentent néanmoins l'une des solutions à la crise climatique, selon Louis Fradette, professeur de chimie à Polytechnique Montréal et spécialiste des technologies de captage du carbone. « Le problème des gaz à effet de serre est tellement immense qu'on ne peut s'attendre à une solution qui va tout résoudre. Le captage, l'utilisation et le stockage du carbone font partie des outils permettant de réduire notre empreinte carbone », explique ce chercheur (Diotte, 2022).

La technologie de l'extraction directe dans l'air (direct air capture) permet d'extraire l'excès de CO₂ de l'atmosphère. Plusieurs acteurs mondiaux se font la course afin de développer la technologie la plus efficace, comme l'entreprise Carbon Engineering.

Le stockage du carbone dans des formations géologiques souterraines est une solution à surveiller. « Cette pratique a cours depuis des décennies aux États-Unis. On sait que ça marche, car les puits de pétrole sont imperméables », dit Louis Fradette (Diotte, 2022). Des projets de recherche sont en cours par l'Université de Sherbrooke pour du stockage dans des résidus miniers comme l'amiante.

Constats

- Les solutions de compensation carbone peuvent contribuer à la décarbonation du transport maritime, mais ne peuvent être considérées comme une approche remplaçant les actions visant à réduire à la source les émissions de GES;
- La compensation peut être une opportunité de réhabiliter des habitats écologiques dans la mesure où les initiatives sont efficaces et qu'un suivi est effectué afin d'en assurer le succès;
- L'industrie maritime québécoise doit considérer les initiatives de compensation écologique dans les zones côtières et portuaires (Encyclopédie de l'environnement, 2022);
- La réduction des émissions de GES doit avoir la priorité sur la réhabilitation des habitats écologiques. Il faut que la réduction de GES soit au moins équivalente à l'émission de GES qu'elle doit compenser;
- Des préoccupations existent concernant l'utilisation des sommes versées en compensation, qui pourraient ne pas être allouées pour des projets situés à proximité des activités émettrices de GES;
- Étant donné la grande visibilité et les impacts des navires de croisière en zone portuaire au Québec, le secteur doit définir des mesures de compensation qui démontrent son engagement à réduire les impacts et à protéger les écosystèmes.

Faits saillants

- La création d'un fonds dédié aux projets de compensation au Québec pourrait être bien accueillie par l'industrie, ce qui implique que les efforts nécessaires à sa mise en place seraient relativement faibles;
- D'autres actions en matière de compensation peuvent être considérées, notamment en ce qui a trait à la plantation d'arbres, à la production d'énergie verte (solaire, éolien, microalgues) ou autres solutions similaires en milieu marin;
- La qualité de la compensation repose en grande partie sur la notion de permanence. Une tonne de CO₂ émise dans l'atmosphère a un impact sur le climat pendant une période prolongée. Par conséquent, toute réduction des émissions devrait également s'inscrire dans une perspective à long terme;
- Il existe des technologies de captures et séquestration permettant d'éviter le rejet de GES dans l'atmosphère en récupérant le dioxyde de carbone au niveau des installations émettrices puis en le stockant ou valorisant. Leur principal inconvénient réside dans leur coût élevé et les incertitudes liées à leur développement à grande échelle, ce qui entrave la mobilisation des acteurs maritimes (Climate Chance, [s. d.]).

Compensation des GES

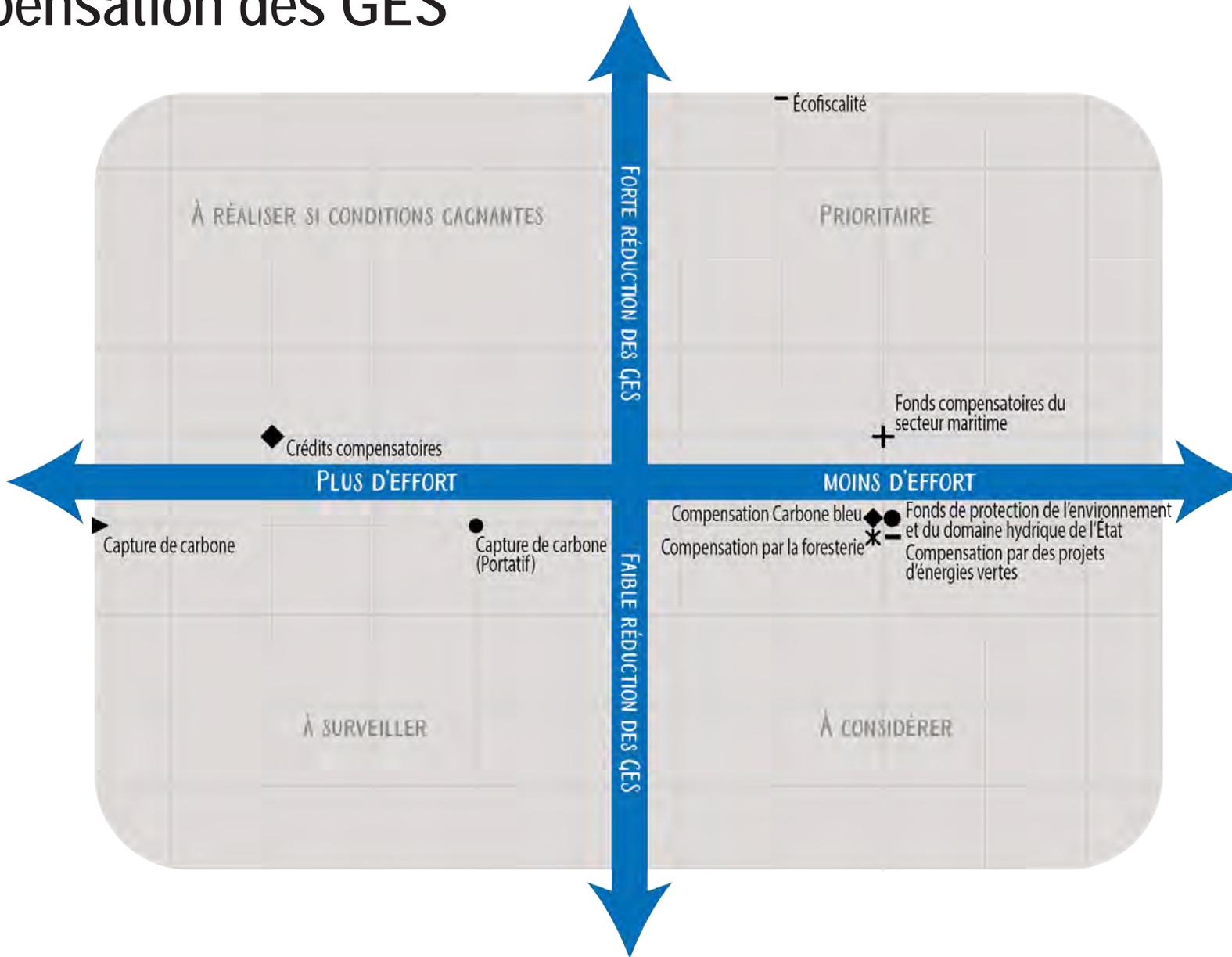


Figure 13 Matrice des mesures de compensations

8

Rôles et engagements des parties prenantes

8.1 Les parties prenantes ciblées pour la décarbonation

Les parties prenantes jouent un rôle essentiel dans la réussite d'une entreprise, car elles influencent ou sont affectées par les activités, les objectifs ou les décisions de l'organisation. Il est crucial d'en tenir compte pour assurer la pérennité et l'efficacité des projets. Il est donc important d'établir une communication continue et de répondre à leurs besoins ou attentes pour s'assurer leur soutien.

Parties prenantes internes

Il s'agit « des internes », c'est-à-dire les employés et dirigeants d'une organisation qui sont directement liés à l'entreprise qui réalise le projet. Généralement, les parties internes sont directement touchées par les résultats du projet, et exercent une influence directe sur sa réussite. Les parties prenantes internes sont :

- les employés;
- les syndicats;
- divers services (financiers, juridiques, marketing, opérations, environnement, etc.);
- les dirigeants
- les membres du conseil d'administration;
- les actionnaires.

Parties prenantes externes

Les parties prenantes externes sont des individus ou groupes en dehors de l'organisation, mais qui sont directement ou indirectement affectés par ses activités et décisions, par exemple :

- les clients;
- les fournisseurs;
- la population;
- les groupes de citoyens;
- les groupes environnementaux;
- les municipalités et MRC;

- les entreprises en zones portuaire et limitrophe;
- les ministères concernés.

Les trois catégories des parties prenantes

1) Les bénéficiaires/utilisateurs

Comprend les parties prenantes qui sont directement concernées par le projet. Dans certains cas, ces acteurs sont directement touchés par le problème que vont régler certaines actions du plan.

2) Les impliqués

Regroupe les personnes qui tentent de résoudre le problème. Il peut s'agir de l'équipe de projet ou de la direction de l'entreprise qui est responsable de mettre en œuvre le plan.

3) Les passifs

Comprend les personnes, groupes de personnes ou organisations qui subissent les effets des projets sans en avoir nécessairement le choix ou qui ne trouvent aucun intérêt à la résolution du problème alors qu'ils pourraient aider à résoudre le problème ou atteindre les objectifs.



Figure 14 Catégories de parties prenantes

Source : Blog de Gestion de Projet

En tant qu'organisation maritime, il est donc important de :

- connaître les intérêts de vos parties prenantes, car elles ont pour la plupart des priorités différentes;
- bien comprendre qu'elles peuvent être favorables ou défavorables, actives ou passives;
- tirer parti de leurs connaissances, de leurs compétences et de leurs points de vue afin d'assurer le succès de la démarche;
- garder à l'esprit que les intérêts évoluent selon le développement du projet.

Il est donc essentiel d'impliquer ces parties prenantes dès le début du projet afin de gérer efficacement leurs attentes et de minimiser les risques associés.

8.2 Les étapes clés

Identifier les parties prenantes

- Recenser les parties prenantes : identifier les personnes, groupes ou organisations qui sont concernés par le projet ou qui pourraient avoir une influence sur le projet;
- Classer les parties prenantes : les prioriser en fonction de leur pouvoir, de leur influence et de leur intérêt pour le projet.

Analyser les parties prenantes

- Évaluer les attentes et les intérêts : comprendre les besoins, les attentes et les préoccupations de chaque partie prenante;
- Analyser les influences : évaluer comment chaque partie prenante peut avoir un impact sur le projet ou être affectée par le projet. Utiliser des outils comme la matrice d'influence/pouvoir (figure 15).

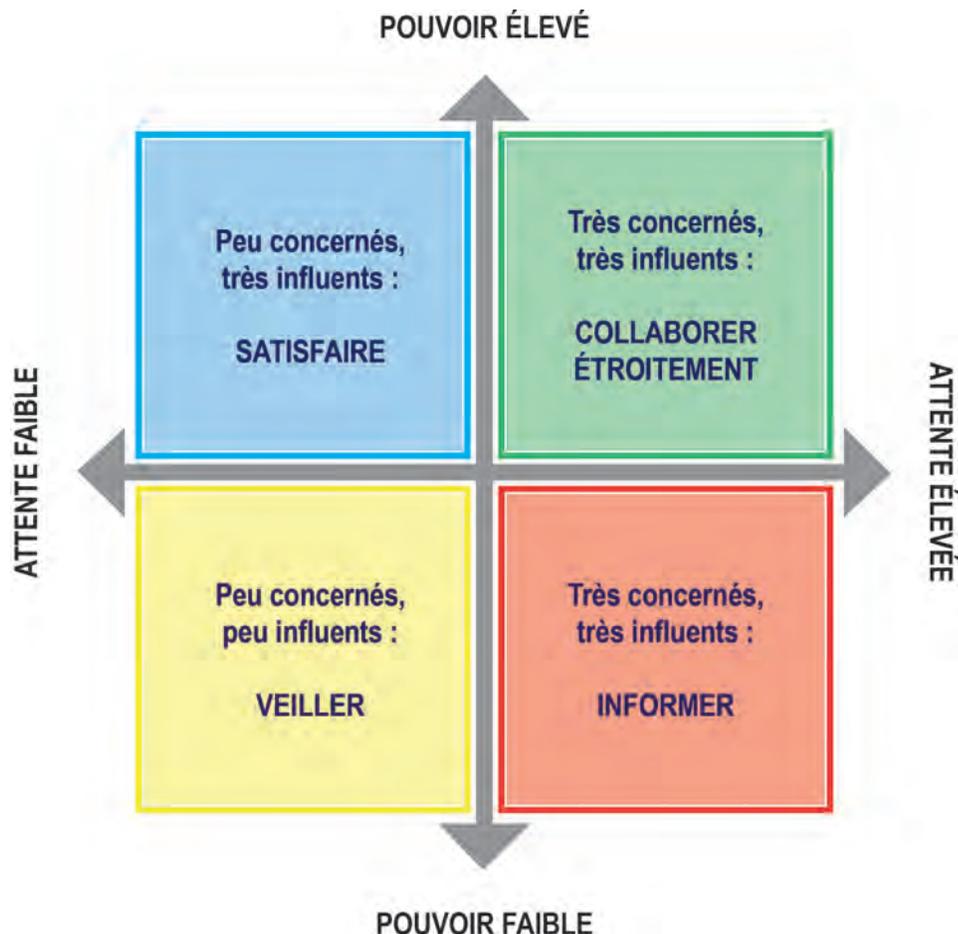


Figure 15 Schéma d'influence/pouvoir

Définir des stratégies d'engagement

- Développer des stratégies spécifiques adaptées à chaque partie prenante. Par exemple, maintenir un dialogue continu avec les parties prenantes critiques et informer les autres régulièrement.
- Sélectionner les canaux de communication appropriés pour chaque partie prenante (p. ex. : réunions, rapports, rencontres de consultation, réseaux sociaux).

Communiquer et collaborer

- Impliquer les parties prenantes dès le début : dès les premières étapes du projet, inclure les parties prenantes clés dans les discussions et la planification.
- Communiquer régulièrement : maintenir un flux constant d'informations sur les progrès, les changements et les défis de l'initiative de décarbonation à mettre en œuvre. Adapter la fréquence et le contenu de la communication à chaque groupe.
- Encourager la participation : solliciter activement des retours et la contribution des parties prenantes pour renforcer leur engagement.

Gérer les attentes et les conflits

- Gérer les attentes : clarifier ce que l'initiative de décarbonation peut ou ne peut pas offrir et ajuster les attentes au fur et à mesure que le projet progresse.
- Résoudre les conflits : être attentif aux désaccords ou préoccupations et les gérer de manière proactive avant qu'ils ne se transforment en obstacles majeurs.

Suivre et évaluer l'engagement

- Suivre l'engagement : mesurer régulièrement le niveau d'engagement des parties prenantes pour s'assurer qu'elles restent impliquées.
- Ajuster les stratégies : si une partie prenante semble moins engagée ou si de nouveaux acteurs apparaissent, ajuster les stratégies pour maintenir leur intérêt et implication.

Reconnaître et retourner l'information

- Donner de la rétroaction : fournir des retours d'information sur l'impact de l'implication des parties prenantes.
- Reconnaître leur contribution : apprécier et valoriser la contribution des parties prenantes pour les motiver à poursuivre leur engagement

Ces étapes vous guideront pour optimiser la collaboration, minimiser les risques de malentendus et permettre au projet de progresser avec un soutien solide et constant.

9

Une réglementation et une fiscalité propices à la décarbonation

Selon le Comité consultatif sur les changements climatiques, des changements profonds et une approche systémique cohérente, utilisant tous les leviers disponibles – y compris la législation, les mesures réglementaires, l'écofiscalité, l'investissement dans les infrastructures et les activités de mobilisation – sont indispensables (Comité consultatif sur les changements climatiques, 2024).

La mise en place d'une réglementation et d'une fiscalité mieux ciblée est cruciale pour accélérer la décarbonation, car elle introduit des conditions propices à l'atteinte des objectifs. Selon le chercheur Claude Comtois, les facteurs les plus importants à considérer incluent l'implication politique pour transformer les objectifs en normes, l'absence d'harmonisation réglementaire, la nécessité de privilégier les incitatifs financiers plutôt que les pénalités, la création d'une nouvelle architecture financière par le biais d'alliances portuaires pour réduire les coûts, ainsi que l'harmonisation des politiques continentales de décarbonation (Comtois, 2024).

Une réforme du cadre fiscal et réglementaire stimulera l'adoption de technologies propres ainsi que l'électrification d'équipements et d'usages divers, en rendant les énergies fossiles moins attrayantes. Cette approche favorisera l'innovation, stimulera les investissements dans les infrastructures vertes et garantira une transition juste pour tous les acteurs. De plus, elle permettra de réduire les émissions de GES, contribuant ainsi à limiter le réchauffement climatique et à protéger la santé publique et l'environnement à long terme.



9.1 Proposition de bonification de la réglementation actuelle et pistes à considérer

Proposition	Description
1. Normes d'émission	Normes de carburant : imposer des normes strictes concernant la teneur en soufre et en empreinte carbone des carburants utilisés par les navires, trains et camions. Encourager l'utilisation de carburants alternatifs à faible émission, comme le gaz naturel liquéfié (GNL), l'hydrogène et les biocarburants.
2. Réglementation internationale et coopération	Alignement avec les normes internationales : collaborer avec d'autres juridictions et organismes internationaux comme l'OMI pour s'assurer que la réglementation québécoise est alignée avec les meilleures pratiques mondiales.
3. Carburants alternatifs	Dans le processus de transition, exiger graduellement des mélanges de carburants à faible émission au carburant traditionnel pour les divers modes de transport de marchandises.
4. Audit énergétique	Imposer un audit énergétique pour la flotte des armateurs du Québec. Cette mesure, qui serait soutenue par le Programme en efficacité du transport maritime, aérien et ferroviaire (PETMAF), permettrait de bonifier la collecte de données et de stimuler la décarbonation.
5. Internaliser le véritable coût de chaque mode de transport	Déterminer le véritable coût de chaque mode de transport dans les prix afin de donner un bon signal de prix et ainsi influencer les décisions de mode d'expédition.
6. Analyse de cycle de vie des carburants	Pour encourager les investissements dans les capacités de production de diesel renouvelable et d'e-méthanol et exclure l'utilisation du méthanol gris, il est essentiel d'adopter des analyses du cycle de vie « Well-to-Wake » des carburants pour la comptabilisation des émissions. Cette approche, qui sera renforcée par la réglementation FuelEU Maritime prévue pour 2025, considère les émissions de GES de manière globale, de l'extraction à l'utilisation finale du carburant. Elle inclut donc les émissions liées à l'exploration, à la production, à la transformation et au transport du carburant.
7. Attribuer une valeur monétaire pour les actifs naturels de la zone portuaire	Les milieux naturels doivent être évalués et comptabilisés au bilan financier afin de reconnaître la valeur écosystémique de la zone portuaire au même titre que les actifs économiques. Cette mesure contribuera à la prise de décision intégrant la durabilité, une planification à plus long terme, une valorisation des pratiques durables ainsi qu'une plus grande transparence et responsabilisation des administrateurs.

9.2 Une fiscalité orientée vers les cibles

1. Bonus-malus (redevance-remise) / Droits d'immatriculation modulés en fonction des cylindrées ou de la consommation de carburant	Dissuader l'achat de véhicules énergivores et financer des modes de transport durables.
2. Augmentation graduelle de la taxe sur les carburants marins traditionnels	Favoriser les navires qui émettent le moins de GES.
3. Tarification positive sur le mode de transport émettant le moins de GES	Orienter les consommateurs et les entreprises vers les modes de transport qui émettent le moins de GES.
4. Déductions fiscales pour la décarbonation de la flotte	Les entreprises peuvent bénéficier de déductions fiscales pour moderniser leur flotte par des navires plus économes en carburant ou moins polluants.
5. Frais différenciés dans les ports verts	Les ports peuvent imposer des frais plus élevés aux navires polluants et offrir des rabais aux navires propulsés aux carburants alternatifs.

9.3 Un soutien financier en phase avec la décarbonation

1. Incitatifs financiers	<p>Subventions et aides : offrir des subventions aux entreprises maritimes qui investissent dans des technologies vertes (p. ex. : moteurs électriques, systèmes de propulsion hybrides, systèmes de traitement des gaz d'échappement).</p> <p>Corridors verts : soutenir l'implantation de corridors verts entre les ports et avec d'autres provinces canadiennes, des États voisins (comme ceux de la région des Grands Lacs) et les grandes lignes commerciales afin d'harmoniser les efforts de décarbonation et maximiser l'impact.</p> <p>Soutenir un programme d'audit d'efficacité énergétique afin d'optimiser la performance énergétique des navires.</p>
2. Recherche et développement (RD)	<p>Financement de la RD : soutenir financièrement la recherche et le développement de technologies de propulsion maritime à faible émission telles que les biocarburants et les moteurs électriques.</p> <p>Partenariats public-privé : encourager des collaborations entre le gouvernement, les universités et le secteur privé afin de développer des solutions innovantes pour la décarbonation du transport maritime.</p>
3. Formation	<p>Évaluer les besoins et les objectifs : disposer de fonds pour analyser les compétences actuelles au sein de l'industrie et du marché du travail et définir des objectifs selon les besoins auprès des entreprises, des pôles d'enseignements et des centres de recherche appliquée.</p> <p>Partenariats public-privé : encourager les collaborations entre le gouvernement, les universités et le secteur privé afin de développer des programmes avec certification et des parcours de formation continue sur la décarbonation.</p>

Ces mesures combinées pourraient encourager une transition vers un secteur maritime plus durable au Québec, en réduisant les émissions de GES et en stimulant l'innovation technologique.

La décarbonation du transport maritime au Québec implique la mise en place d'un plan de communication structuré, afin de sensibiliser les parties prenantes, promouvoir les actions mises en place et soutenir l'adoption de nouvelles technologies et pratiques durables.

La campagne de communication permettra la mise en place d'un mécanisme de suivi et de transparence afin de maintenir un niveau d'intérêt, de compétitivité et de motivation dans l'atteinte des objectifs. L'accès au bilan annuel des indicateurs de performance des participants stimulera bon nombre d'entreprises et d'équipes d'employés à innover. De plus, ce bilan annuel devrait être inclus dans l'état du transport maritime au Québec et présenté, chaque année, par la Sodes.

Voici les pistes du plan de communication.

1. Objectifs de la communication

- **Sensibilisation** : démontrer les impacts et les avantages environnementaux du transport maritime.
- **Éducation** : informer sur les solutions technologiques et les pratiques efficaces pour décarboner le secteur.
- **Engagement** : encourager et faire adopter, par les acteurs du secteur maritime, la mise en œuvre du plan d'action de décarbonation.
- **Promotion** : valoriser les initiatives réussies, les efforts et les leaders.
- **Transparence** : communiquer sur les progrès réalisés et les défis rencontrés.

2. Publics cibles

- Internes : entreprises de l'industrie maritime et leurs employés.
- Externes :
 - gouvernements, ministères concernés, municipalités;
 - clients des entreprises maritimes (industries, exportateurs);
 - public général et associations environnementales;
 - médias spécialisés dans le transport et l'environnement.

3. Messages clés

- **Impact environnemental** : le transport maritime représente environ 3 % des émissions mondiales de CO₂, et environ 3,4 % des émissions au Québec. Il est crucial de réduire cette empreinte pour atteindre les objectifs climatiques.
- **Innovations technologiques** : promotion des nouvelles technologies telles que les carburants alternatifs (hydrogène, ammoniac, biocarburants), les voiles assistées et les systèmes de propulsion électrique.
- **Pratiques durables** : mise de l'avant des stratégies comme la réduction à la source, l'optimisation des routes maritimes et la modernisation des flottes.
- **Responsabilité partagée** : chacun, des acteurs maritimes aux consommateurs, a un rôle à jouer dans la réduction de l'empreinte carbone du transport maritime.

4. Stratégies et canaux de communication

- **Médias traditionnels** : articles dans des journaux spécialisés, entrevues avec des leaders d'opinion au sein de l'industrie maritime.
- **Numérique et réseaux sociaux** : campagnes sur les réseaux sociaux tels que LinkedIn et X (études de cas, infographie, vidéos éducatives).
- **Événements et conférences** : organisation de webinaires, d'ateliers et de conférences internationales sur le thème de la décarbonation maritime.
- **Publications techniques** : livres blancs, rapports techniques et études de cas pour les professionnels du secteur.
- **Partenariats et collaborations** : travailler avec des organisations non gouvernementales (ONG), des instituts de recherche et des organismes internationaux pour promouvoir et valider les initiatives.
- **Communication interne** : courrier interne et formations en ligne pour sensibiliser les employés et les préparer aux changements.

5. Plan d'action

- **Étape 1 – Développement de contenus** : créer des contenus adaptés à chaque public cible, notamment des infographies, des vidéos explicatives et des articles techniques.
- **Étape 2 – Lancement de la campagne** : lancer la campagne de sensibilisation à travers les canaux sélectionnés, en commençant par les réseaux sociaux et les médias spécialisés.

- **Étape 3 – Suivi et ajustement** : mesurer l'efficacité des actions de communication (au moyen d'indicateurs tels que l'engagement sur les réseaux sociaux et le nombre de participants aux événements) et ajuster la stratégie en conséquence.
- **Étape 4 – Veille et partage** : communiquer régulièrement sur les progrès accomplis et les succès obtenus, en publiant des rapports périodiques.

6. Évaluation

- **Indicateurs de performance** :
 - Taux de réduction des émissions de CO₂ dans le secteur maritime;
 - Nombre de participants aux événements et webinaires;
 - Portée des campagnes digitales (impressions, partages, mentions);
 - Taux d'adoption des nouvelles technologies par les entreprises de transport maritime.
- **Retours d'expérience** :
 - Recueillir des rétroactions des parties prenantes pour ajuster les futures initiatives;
 - Analyser les obstacles rencontrés pour mieux orienter les prochaines étapes du plan.

7. Budget

- Estimation des coûts pour chaque initiative (création de contenu, organisation d'événements, publicité sur les réseaux sociaux)
- Allocation des ressources en fonction des priorités stratégiques.

8. Calendrier

- Planification des activités de communication sur une période de 12 à 24 mois, avec des jalons clés pour évaluer les progrès.
- Ce plan de communication vise à mobiliser l'ensemble des acteurs du secteur maritime afin qu'ils s'engagent dans une transition vers des pratiques plus durables, tout en informant et en sensibilisant le public sur les efforts entrepris pour décarboner le transport maritime.

11.1 Mesurer la démarche en continu

Cette étape permettra de suivre les initiatives et de partager les résultats auprès de la communauté. Au moyen d'indicateurs de performance, la pertinence et l'efficacité seront évaluées lors de l'accompagnement structuré des acteurs du secteur maritime.

Le mandat du comité sur la décarbonation du transport maritime pourra être bonifié afin de mettre en place une structure de suivi périodique sur l'évolution du plan de décarbonation. Les cinq objectifs proposés sont :

- Standardiser une méthode de calcul des GES;
- Obtenir les inventaires de GES des partenaires;
- Analyser les indicateurs de performance;
- Évaluer les résultats selon les cibles du plan;
- Ajuster les cibles et adapter, au besoin, les mesures.

Le suivi du plan de décarbonation sera une activité essentielle à sa réussite. Il permettra, par exemple, d'évaluer l'évolution du plan et de déterminer les succès, les échecs et les apprentissages afin d'apporter des changements, le cas échéant. Pour être pertinent et créer de la valeur, le suivi devra être structuré de façon formelle et présenté sur une base annuelle. L'exercice de suivi permettra de constater les éléments suivants :

- Pertinence des objectifs à atteindre;
- Vitesse réelle de décarbonation;
- Implication des fournisseurs dans cette dynamique;
- Efficacité des actions et du taux de participation;
- Cohérence et crédibilité de l'industrie.

En somme, évaluer une démarche de décarbonation permet de s'assurer que les actions entreprises sont efficaces, pertinentes et alignées avec les objectifs environnementaux, tout en optimisant les ressources et en garantissant la durabilité des stratégies adoptées.

11.2 Les indicateurs de performance proposés

Les indicateurs de performance décrits ci-après permettront de mesurer l'efficacité et l'impact des solutions visant la décarbonation de l'industrie maritime au Québec, dans le but d'évaluer les progrès de la démarche auprès des acteurs de l'industrie maritime.

Réduire

Intensité carbone des navires marchands	Volume de eq. CO ₂ (équivalent CO ₂) émis, en kilogramme par tonne-mille de marchandise, par les navires marchands. Cet indicateur permet de mesurer l'efficacité énergétique du navire en fonction de la distance parcourue et de la quantité de marchandise transportée.
Intensité carbone des navires de croisière	Volume de eq. CO ₂ émis, en kilogramme par passager-mille, par les navires de croisière. Cet indicateur permet de mesurer l'efficacité énergétique du navire en fonction de la distance parcourue et du nombre de passagers à bord.
Quantité totale d'émissions par zone portuaire	Volume de eq. CO ₂ émis, en tonne de eq. CO ₂ par tonne transbordée, par zone portuaire par an.
Taux de réduction des émissions d'oxydes de soufre et d'azote (SOx et NOx) par port/an	Bien que ces polluants ne soient pas directement liés au CO ₂ , leur réduction est un signe de transition vers des carburants plus propres et des technologies plus avancées.
Émissions indirectes (de portée 3)	Incluent, sur une période donnée, les émissions liées à la chaîne logistique en amont (extraction des matières premières, raffinage et transport du carburant) et en aval (construction/désarmement du navire, gestion des déchets, etc.).

Transférer

Navires utilisant des technologies de propulsion alternatives	Pourcentage des navires (au sein de la flotte canadienne) utilisant des systèmes de propulsion autres que ceux alimentés aux carburants fossiles.
Électrification des zones portuaires	Pourcentage des navires utilisant le branchement à quai.
Taux d'électrification des équipements	Pourcentage des principaux équipements portuaires convertis à des sources d'énergie électrique.
Taux d'utilisation des bornes de recharge (navires et équipements)	Pourcentage d'utilisation des bornes électriques par an.
Volume d'énergie électrique consommé par les navires branchés	Volume d'énergie consommée par les navires utilisant l'électricité terrestre plutôt que des générateurs diesel lors des escales, réduisant ainsi les émissions.
Navires disposant d'un système de branchement à quai	Pourcentage de navires disposant d'un système de branchement à quai dans la flotte canadienne.
Taux d'autoproduction d'énergie verte	Pourcentage d'autoproduction de diverses formes d'énergies vertes en zone portuaire.
Part des biocarburants	Pourcentage d'utilisation de carburants alternatifs (biocarburants, hydrogène, GNL, ammoniac) par rapport aux carburants fossiles traditionnels.
Capacité d'approvisionnement en carburants alternatifs	Mesure, en litres ou kilowattheures, de la capacité des producteurs à fournir des carburants alternatifs tels que l'hydrogène vert et le biogaz.
Coût d'exploitation par tonne de carburant alternatif	Mesure, en dollars par tonne de carburant, de la rentabilité des systèmes de propulsion utilisant des carburants alternatifs.

Améliorer

Taux de remplissage des navires	Pourcentage de la capacité de charge utilisée par les navires, optimisant ainsi l'efficacité énergétique par voyage.
Taux de formation des employés aux pratiques durables	Pourcentage des employés formés aux pratiques durable.
Taux de participation au volet décarbonation de l'Alliance verte	Pourcentage d'entreprises ayant adhéré à la démarche de décarbonation de l'Alliance verte.
Consommation d'énergie électrique portuaire / tonne manutentionnée	Mesure, en kilowattheures par tonne de marchandise traitée, de la consommation énergétique des ports et terminaux desservant les navires, incluant les entrepôts et équipements utilisés lors des activités.
Taux d'utilisation des systèmes automatisés	Pourcentage des opérations portuaires et maritimes qui utilisent des systèmes automatisés.
Réduction des émissions sur les corridors verts	Mesure, en tonnes d'équivalent CO ₂ par voyage, de la réduction des émissions de GES sur les itinéraires optimisés des corridors verts.
Taux d'utilisation des corridors verts	Pourcentage des voyages maritimes utilisant les corridors verts par rapport aux itinéraires traditionnels.
Investissements dans les infrastructures de corridors verts	Investissements en dollars dans la création et la modernisation des infrastructures nécessaires pour les corridors verts.

Compenser

Quantité d'émissions compensée	Mesure, en tonnes d'équivalent CO ₂ , des émissions compensées par l'achat de crédits carbone ou d'autres projets de compensation.
Taux de participation à des mesures de compensation par séquestration du carbone	Nombre d'entreprises ayant participé à des mesures de compensation par séquestration du carbone.
Volume total de carbone séquestré	Compilation totale du volume de carbone séquestré par les entreprises ayant participé à cette mesure.
Intensité économique de la compensation carbone	Mesure, en dollars par tonne d'équivalent CO ₂ , des coûts associés à la compensation des émissions.

11.3 Valoriser et faire reconnaître les efforts par la certification

La mise en œuvre de ce plan de décarbonation exigera des efforts considérables de la part des parties prenantes. Une stratégie devra être mise en œuvre afin de mobiliser, encourager et valoriser le plus grand nombre possible d'acteurs de l'industrie maritime. De toute évidence, le facteur humain déterminera la réussite ou l'échec du présent plan de décarbonation.

La mobilisation et l'engagement des parties prenantes constituent la base de cette stratégie. Pour ce faire, il sera important de rejoindre et sensibiliser le plus grand nombre possible d'acteurs du secteur maritime. Une campagne de communication devra être mise en place, qui ciblera autant les dirigeants que les employés des organisations maritimes et les parties prenantes. Cette campagne nécessitera des outils de communication efficaces et inspirants qui démontreront la capacité de l'industrie maritime à relever le défi. Il serait pertinent d'inclure un pacte d'engagement volontaire qui serait signé par les chefs d'entreprises participantes.

Il importe également de valoriser les bons coups, les innovations ainsi que les personnes qui ont grandement contribué à la démarche de décarbonation. Ces efforts pourraient être soulignés par la remise d'un prix et/ou d'une distinction lors d'un événement de l'industrie, par exemple à l'occasion des Assises québécoises du secteur maritime. Cette initiative aurait deux buts : récompenser les personnes et les entreprises méritantes et profiter

de l'occasion pour faire une campagne médiatique. Ce blitz médiatique permettrait de démontrer les efforts et la capacité de l'industrie à réduire les émissions tout en maintenant la performance économique et des emplois de qualité.

11.4 Certification

Certifier une démarche de décarbonation garantit la crédibilité, la transparence et l'efficacité. Elle renforce la confiance des parties prenantes, assure la conformité aux normes environnementales, facilite l'accès aux financements verts et différencie l'entreprise. Cela démontre un engagement sérieux par rapport à la réduction des émissions, essentiel en ce qui a trait à la compétitivité et la crédibilité.

Cette proposition de certification comporte d'autres avantages, par exemple :

- Démontrer que l'entreprise suit des pratiques durables et rigoureuses pour réduire ses émissions de carbone et son impact sur l'environnement;
- Se distinguer de la concurrence par des actions significatives et un engagement environnemental;
- Garantir le respect, voire dépasser le cadre des exigences réglementaires et des normes en vigueur;
- Exprimer une volonté d'amélioration continue en pratiques durables;
- Renforcer l'image de l'entreprise et améliorer sa réputation.

La mise en place d'une telle démarche demande beaucoup d'énergie et une solide crédibilité pour que la certification soit reconnue par les acteurs du milieu et auprès de la population. Il existe certaines certifications à caractère environnemental au Canada, dont la certification ISO 14001 et la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL).

Après une analyse de la démarche au niveau des indicateurs de performance, de la maturité, de la réputation et des secteurs ciblés dans l'industrie maritime, nous avons considéré que le processus de certification de l'Alliance verte correspond très bien aux besoins du plan de décarbonation. Nous avons d'ailleurs tenu une rencontre avec les dirigeants de l'Alliance verte le 2 mai 2024 afin d'explorer la pertinence et la possibilité d'une collaboration.

L'Alliance verte dispose de l'expertise et des ressources nécessaires pour intégrer des indicateurs de performance spécifiquement axés sur la décarbonation. Elle a déjà commencé à inclure des éléments relatifs aux émissions atmosphériques, y compris les GES.

Nous recommandons que les membres du comité sur la décarbonation du transport maritime entreprennent des discussions avec les dirigeants de l'Alliance verte afin de déterminer les nouveaux indicateurs de performance à intégrer dans le processus de certification.

12

Opportunités de développement de filières par la décarbonation

Au-delà des enjeux précédemment mentionnés, les acteurs de l'industrie maritime sont convaincus que la transition énergétique représente une formidable opportunité de développement économique et industriel pour le Québec. Le tableau 5 présente des exemples de produits et de services pouvant être développés par des acteurs maritimes dans le contexte de la décarbonation du transport maritime.

Tableau 5 *Produits et services pouvant être développés dans le contexte de la décarbonation du transport maritime*

	Production d'énergie décarbonée pour le maritime et l'ensemble du transport lourd. Les acteurs maritimes auront l'option d'être partenaires ou promoteurs de projets énergétiques qui leur permettront de diversifier leurs sources de revenus.
	La mise en place d'infrastructures de production énergétique sans carbone en zone portuaire favorisera l'intégration de nouvelles infrastructures portuaires, la distribution d'énergie décarbonée et l'accroissement de l'activité portuaire.
	Navires zéro émission, conception et fabrication de navires écoefficientes. Systèmes de réduction de la consommation énergétique, système de captage et de stockage de CO ₂ , récupération de chaleur/froid, optimisation des performances, etc.
	Piles à combustible et batteries de forte puissance marinisée, piles à combustible (PEM, SOFC) et batteries de moyenne et forte puissance marinisée.
	Motorisation électrique ou adaptée aux nouveaux carburants, moteurs électriques de faible à forte puissance, moteurs à combustion interne adaptés aux carburants marins alternatifs.
	Stockage/soutage, cuves de stockage d'énergie décarbonée (hydrogène liquéfié, méthane liquéfié, méthanol, ammoniac), systèmes de soutage à bord des navires, système de gaz à bord, etc.
	Efficacité énergétique et opérationnelle, capteurs, outils d'analyse de données et d'aide à la décision (routage, gestion de l'énergie).

Dans le contexte actuel, l'industrie maritime doit procéder à des changements importants afin d'atteindre les cibles de carboneutralité de l'OMI, du Canada et du Québec pour 2050. Il faut mobiliser les organisations maritimes et les parties prenantes afin de revoir nos façons de faire et de reconsidérer nos valeurs et nos habitudes de vie.

Selon le Comité consultatif sur les changements climatiques (2024), « la trajectoire vers la décarbonation complète d'ici 2050 deviendra de plus en plus exigeante si nous n'accélérons pas les efforts. Des changements structurels dans plusieurs secteurs s'imposent pour atteindre les cibles que le gouvernement s'est fixées ».

Pour encadrer et stimuler la décarbonation de l'industrie maritime au Québec, nous proposons les recommandations suivantes, qui vont au-delà des solutions technologiques.

1. Leadership et gouvernance

- **Intégrer dans le Plan pour une économie verte 2030, une politique de transport durable des marchandises** afin d'encadrer et d'encourager l'optimisation intermodale du transport des marchandises, en ciblant le mode de transport le plus approprié en fonction des produits et de leur destination, afin de réduire les temps d'attente, les dysfonctionnements, les coûts et les émissions de GES.
- **Standardiser une méthode de calcul des GES**, fondée sur des protocoles et normes reconnus internationalement, pour l'ensemble des acteurs de la chaîne logistique. Plus précisément, harmoniser le périmètre d'inclusion des sources d'émissions, en concertation avec les différents acteurs de l'industrie.
- **Lancer un projet pilote de transport à courte distance** avec un soutien financier pour une période de cinq ans, afin de rendre le projet viable, compétitif et efficace dans un temps raisonnable.
- **Sensibiliser et responsabiliser les clients** (citoyens et entreprises) ainsi que les expéditeurs sur le coût réel et les impacts environnementaux des options de transport.

2. Développement des corridors verts

- **Créer des zones d'échanges** de bonnes pratiques et de coopération privilégiée entre acteurs portuaires, tant à l'échelle nationale qu'internationale, sous la forme de « **corridors maritimes verts** ». Ces partenariats valideraient la pertinence et la disponibilité des solutions démontrées sur le fleuve Saint-Laurent et à l'extérieur, et permettraient de colliger et partager le fruit des travaux auprès de la communauté maritime.
- **Implanter des zones d'émissions contrôlées** pour les navires opérant dans ces zones désignées, qui devront utiliser des carburants plus propres ou installer des équipements pour limiter les émissions. Ces zones sont soumises à des normes d'émissions plus strictes, ce qui incite les armateurs à adopter des technologies ou des carburants plus propres afin d'éviter des surcoûts.

3. Transition énergétique

- La clé de voûte du plan de décarbonation réside dans l'utilisation de **carburants alternatifs** à faible intensité carbone. Il est donc indispensable de définir une stratégie permettant d'assurer sans délai la production, la distribution et la consommation de carburants et énergies alternatives, incluant l'électricité, en lien avec le mandat du Groupe de travail sur la décarbonation de l'industrie maritime qui, dans ses travaux, « proposera au gouvernement du Québec une vision encadrant la production, la distribution et l'entreposage des bioénergies ou d'autres sources d'énergie moins émettrices ainsi que le déploiement des branchements électriques à quai pour tous les types de navires » (MTMD, 2024).
- **Bonifier la Stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies** (Gouvernement du Québec, 2024b) afin de développer une stratégie d'approvisionnement et de stimuler la mise en place d'écosystèmes énergétiques en zone portuaire le long du fleuve Saint-Laurent. Cette stratégie ouvre la porte à l'optimisation de la consommation électrique, à la conversion de sites de stockage pétrolier et de terrains contaminés en sites de production et de ravitaillement en carburants alternatifs (GNL, biocarburants, hydrogène-ammoniac, méthanol) et en électricité.
- **Stimuler la demande**, en collaboration avec les trois paliers de gouvernement et tous les ministères concernés, par le biais d'une politique d'approvisionnement en carburants à faible teneur en carbone, afin d'envoyer des signaux positifs au marché pour inciter les producteurs de produits décarbonés à développer de nouveaux produits et augmenter les volumes disponibles.

4. Expertise et innovation

- **Accroître les partenariats avec les centres d'innovation et les incubateurs** spécialisés en recherche appliquée et en expérimentation précommerciale, afin d'accélérer l'accès à des solutions applicables.
- Mettre en place une **base de connaissances** afin de partager les efforts, les résultats et les initiatives pour bonifier la démarche auprès des parties prenantes et des citoyens.
- Se doter d'une **expertise en sécurité et environnement** liée aux nouveaux carburants qui seront produits sur l'ensemble du territoire et approvisionneront les navires au Québec. Les ports doivent développer des capacités techniques internes et mettre en place des formations pour les employés, centrées sur la santé et la sécurité.

5. Économie circulaire

- **Maximiser l'efficacité des ressources maritimes** tout au long du cycle de vie des navires, des biocarburants et des infrastructures.
- **Prolonger, par une mise à niveau, la durée de vie des navires et des équipements** par une maintenance accrue et une mise à niveau favorisant la réduction des émissions de GES.

-
- **Considérer l'économie de partage et la mutualisation des ressources** pour maximiser l'usage des équipements et des technologies, réduire la surconsommation et, éventuellement, réduire les coûts.

Acconage (2024a). Automatisation des terminaux portuaires : la révolution spectaculaire qui transforme nos ports. Repéré à <https://acconage.com/automatisation-des-terminaux-portuaires/> en octobre 2024.

Acconage (2024b). La digitalisation des opérations portuaires : révolutionner l'efficacité des ports mondiaux. Repéré à <https://acconage.com/digitalisation-des-operations-portuaires-2/#4-reduction-de-18217empreinte-carbone> en octobre 2024.

Administration portuaire de Belledune (2023). Qu'est-ce que le carrefour d'énergie verte? Repéré à <https://www.portbelledune.ca/fr/green-energy-hub> en octobre 2024.

Climate Chance ([s. d.]). Capture et séquestration du carbone - Une solution qui peine à se concrétiser. Repéré à <https://www.climate-chance.org/cas-etude/capture-et-sequestration-du-carbone-une-solution-qui-peine-a-se-concretiser/> en octobre 2024.

CNGVA, VARD, Clear Seas (2022). Le gaz naturel liquéfié comme carburant marin pour l'Arctique canadien (étude préparée pour le Centre d'innovation de Transports Canada). 91 p.

Comité consultatif sur les changements climatiques (2023). Décarbonation du transport lourd de marchandises – Construire une voie durable. Gouvernement du Québec. 55 p.

Comité consultatif sur les changements climatiques (2024). Gouvernement du Québec. Sixième avis du Comité consultatif sur les changements climatiques : un appel à la transformation profonde du Québec en réponse à l'urgence climatique. Repéré à <https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/sixieme-avis-du-comite-consultatif-sur-les-changements-climatiques-un-appel-a-la-transformation-profonde-du-quebec-en-reponse-a-lurgence-climatique-57108> en octobre 2024.

Comtois, C. (2024). Corridor maritime vert : un agenda de décarbonation du transport maritime et portuaire du système Saint-Laurent (présentation à la Chaire de gestion du secteur de l'énergie HEC Montréal, Montréal, 9 juillet 2024). Université de Montréal, Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport. 21 p.

Croisières.fr (2024). Navires de croisières écoresponsables : 5 innovations technologiques qui réduisent leurs émissions. Repéré à <https://www.croisieres.fr/initiatives-croisieres-ecoresponsables/navires-croisieres-ecoresponsables-5-innovations-technologiques-reduire-emissions#:~:text=Les%20syst%C3%A8mes%20C3%A0%20r%C3%A9duction%20catalytique%20s%C3%A9lective%20ou%20syst%C3%A8mes,80%20%25%20leurs%20C3%A9missions%20nocives%20d%27oxydes%20d%27azote%20%28NOx%29.> en octobre 2024.

- DGAMPA, CFM, Armateurs de France, GICAN, EVOLEN, Maritime Energy and Environmental Transition 2050, (2023). Feuille de route de décarbonation de la filière maritime. Proposition de plan d'action pour décarboner le maritime national, assurer la souveraineté d'approvisionnement de la France.
- Diotte, S. (2022). Unpointcinq. Capturer et stocker le carbone : une solution pour lutter contre les changements climatiques? Repéré à <https://unpointcinq.ca/comprendre/capter-et-stocker-le-carbone-une-solution-pour-lutter-contre-les-changements-climatiques/> en octobre 2024.
- DNV (2024). Maritime. Repéré à <https://www.dnv.com/maritime/> en octobre 2024.
- Encyclopédie de l'environnement (2022). Les promesses de la réhabilitation écologique en zone portuaire. Repéré à <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/promesses-rehabilitation-ecologique-zone-portuaire/> en octobre 2024.
- Fainsilber, D. (2023). Les Echos. Le transport maritime bascule sous le régime du marché carbone européen. Repéré à <https://www.lesechos.fr/industrie-services/tourisme-transport/le-transport-maritime-bascule-sous-le-regime-du-marche-carbone-europeen-2043726#:~:text=Le%20transport%20maritime%20bascule%20sous%20le%20r%C3%A9gime%20du,vont%20%C3%AAtre%20factur%C3%A9es%20%C3%A0%20ce%20titre%20aux%20clients.> en octobre 2024.
- Gouvernement du Québec (2024a). Plan pour une économie verte 2030. Repéré à <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/plan-economie-verte> en octobre 2024.
- Gouvernement du Québec (2024b). Stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies. Repéré à <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/strategie-hydrogene-vert-bioenergies> en octobre 2024.
- Gouvernement du Québec ([s. d.]). Répartition des émissions annuelles de gaz à effet de serre au Québec en 2020, par secteur et sous-secteur. 1 p.
- IET (2015-2024). Institut de l'énergie Trottier. Biomasse et carboneutralité : Élaboration d'une grille d'évaluation. Repéré à <https://iet.polymtl.ca/biomasse-et-carboneutralite/> en octobre 2024.
- Jaramillo Jimenez, V., H. Kim & Z. H. Munim (2022). Journal of Cleaner Production. Volume 366. A review of ship energy efficiency research and directions towards emission reduction in the maritime industry. Repéré à <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622024817?via%3Dihub> en octobre 2024.
- Léouzon, R. (2024). Le Devoir. La construction d'une grosse usine de biocarburant s'intensifie à Varennes. Repéré à <https://www.ledevoir.com/economie/815187/construction-grosse-usine-biocarburant-intensifie-varennes> en octobre 2024.
- Mer et Marine (2022). Les ports face à la transition écologique. Repéré à <https://www.meretmarine.com/fr/vie-portuaire/les-ports-face-a-la-transition-ecologique> en octobre 2024.

- MTMD (2024). Gouvernement du Québec, ministère des Transports et de la Mobilité durable. Groupe de travail sur la décarbonation de l'industrie maritime. Repéré à https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/role_ministere/colloques-congres-conferences/forum-concertation-transport-maritime/Pages/decarbonation-industrie-maritime.aspx en octobre 2024.
- MTMDET (2018). Transporter le Québec vers la modernité : Politique de mobilité durable - 2030. Gouvernement du Québec, ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports.
- OMI (2023). Organisation maritime internationale. Adoption d'une stratégie révisée concernant la réduction des émissions de GES pour les transports maritimes mondiaux. Repéré à <https://www.imo.org/fr/MediaCentre/PressBriefings/pages/Revised-GHG-reduction-strategy-for-global-shipping-adopted-.aspx> en octobre 2024.
- OMI ([s. d.]). Organisation maritime internationale. Réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant des navires. Repéré à <https://www.imo.org/fr/MediaCentre/HotTopics/pages/reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx> en octobre 2024.
- Pangestu, M. E. (2021). Banque mondiale. Décarboner les transports : un chantier urgent pour une reprise verte, résiliente et inclusive. Repéré à <https://blogs.worldbank.org/fr/voices/decarboner-les-transports-un-chantier-urgent-pour-une-reprise-verte-resiliente-et-inclusive> en octobre 2024.
- RQM (2022). Guide 2022-2024. Programme de recherche visant l'atténuation des impacts de la navigation commerciale sur les écosystèmes (PLAINÉ). Appel à projets (avec ou sans temps-navire). Réseau Québec maritime. 44 p.
- RQM (2023). Réseau Québec maritime, Université du Québec à Rimouski. Corridor maritime vert : un agenda de décarbonation du transport maritime et portuaire du système Saint-Laurent. Repéré à <https://www.rqm.quebec/plaine/corridor-maritime-vert/> en octobre 2024.
- Wikipédia (2024). Compensation carbone. Repéré à https://fr.wikipedia.org/wiki/Compensation_carbone en octobre 2024.
- Zhihang, M. & B. Comer (2023). International Council on Clean Transportation (ICCT). Great Lakes-St.Lawrence Seaway Ship Emissions Inventory, 2019. Repéré à <https://theicct.org/publication/ships-great-lakes-emissions-mar22/> en octobre 2024.

Annexe A Descriptif des 6 chantiers

Tableau A.1. Réduction des GES à la source

N°	Solution	Description	Avantage	Inconvénient	Risque
1	Politique de mise à l'arrêt des camions en attente.	Imposer l'arrêt du moteur lors des périodes d'inactivité prolongée.	Meilleure gestion des ressources; Réduit la consommation de carburant et les émissions polluantes.	Très faible gain en matière de réduction de GES.	Réticence de certains conducteurs.
2	Efficacité des bâtiments.	Accroître l'efficacité énergétique des bureaux, entrepôts et autres installations en zone portuaire.	Solutions disponibles et faciles à mettre en place; Baisse de consommation; Valorisation des bâtiments, Réduction des coûts et des GES.	Coûts initiaux élevés; Retour sur l'investissement variable.	Performance variable, risques de surcoûts.
3	Réduire les distances parcourues.	Favoriser l'achat local, l'économie circulaire, les circuits courts afin de réduire les besoins en transport à la source.	Réduit l'empreinte transport de l'activité humaine.	Changement majeur des mentalités particulièrement dans un contexte de société habituée au commerce mondial.	Réticence possible; Viabilité économique; Incompatibilité avec les objectifs de décarboner la chaîne logistique.
4	Réduction de la vitesse des navires.	Stratégie de plus en plus envisagée pour diminuer les émissions de GES du secteur maritime.	Réduit les émissions de GES par la baisse de la consommation de carburant; Baisse des autres polluants; Baisse des coûts	Augmentation du temps de transit; Augmentation des coûts d'exploitation; Capacité réduite; Compenser par l'ajout de navires ou de fréquence.	Baisse de compétitivité; Impact sur les produits périssables.
5	Réduire la quantité de biens déplacés.	Sobriété matérielle afin de réduire les besoins en transport.	Réduit l'empreinte carbone de l'activité humaine de manière plus globale.	Changement majeur des mentalités, particulièrement dans un contexte de société de consommation.	Réticence possible; Viabilité économique; Incompatibilité avec les objectifs de décarboner la chaîne logistique.
6	Surveillance des émissions	Utilisation d'une station et/ou d'un drone pour mesurer la qualité de l'air et les émissions des navires à tout moment.	Déjà une mesure de l'Alliance verte; Réduction des coûts; Accès à des zones peu accessibles; Rapidité et efficacité; Collecte de donnée en temps réel.	Nécessite une équipe de surveillance; Doit être accompagnée de mesures punitives en cas de non-respect des limites.	Problème de réglementation; Fiabilité des données; Coûts initiaux et maintenance; Interférences et sabotage.
7	Favoriser les navires branchables lorsque les prises sont disponibles.	Les navires capables de se connecter à l'alimentation à quai sont des bateaux conçus ou modifiés pour se brancher à des systèmes d'électricité terrestres lorsqu'ils sont à quai.	Augmenterait la vitesse d'adoption de la solution; Réduction importante des GES; Amélioration de la qualité de l'air; Réduction du niveau sonore, des odeurs et des vibrations; Plus grande efficacité énergétique.	Mesure complexe à appliquer lorsque ce ne sont pas l'ensemble des terminaux qui sont dotés d'un branchement.	Coûts initiaux élevés. Pour diminuer ce risque il faut le partager entre les différents paliers de gouvernements, les ports et les armateurs; Disponibilité des blocs d'énergie; Impact sur les petits ports; Accès à de la main-d'œuvre qualifiée.

Tableau A.2. Chaîne logistique intelligente et décarbonée

N°	Solution	Description	Avantage	Inconvénient	Risque
1	Système d'optimisation de transits des camions pour conteneurs	Solution technologique qui vise à améliorer la gestion et la coordination du transport des conteneurs par camion entre différents points de transit, comme les ports, les centres de distribution, les entrepôts et les terminaux.	Bonus pour les camions qui livrent et repartent avec deux conteneurs par voyage; Réduction du nombre de voyages de camions, du temps d'attente et de l'achalandage routier; Optimisation des itinéraires; Réduction des GES.	Peut demander aux camionneurs de faire des détours pour cueillir et livrer deux conteneurs à la fois, ce qui peut réduire l'avantage sur le plan des GES; Avantages limités pour les expéditions hors région si les conteneurs sont transbordés dans des remorques de 53 pieds; Complexité et dépendance technologique; Coût initial élevé.	Augmentation des frais de transport pour les expéditeurs si les camionneurs n'adoptent pas la pratique; Résistance au changement; Problème de communication en temps réel.
2	Tarifification portuaire selon l'écopformance des navires	Exemption ou diminution des tarifs portuaires en fonction du type de carburant utilisé ou du niveau d'émission de GES des navires à l'arrivée.	Mesure s'appliquant à tous les navires venant dans les ports du fleuve Saint-Laurent; Accélération de la transition; Soutient les pratiques durables.	Tous les ports doivent s'entendre; Faire porter aux ports la responsabilité d'offrir le bonus-malus aux navires alors que ce n'est pas la responsabilité des ports; Ne s'applique pas aux navires transitant seulement avec les Grands Lacs.	Compétitivité avec les autres ports; Perte de revenus; Favoritisme.
3	Optimisation des applications pour la navigation durable (p. ex. : APL)	Intégration de différentes sources d'information (cargo, port, courant de marée et météo) pour effectuer une optimisation de voyage plus avancée.	Mesure existante dans le cadre de l'Alliance verte (GES niveau 2); Réduction des coûts et des GES; Temps de transit réduit; Utilisation optimale des ressources humaines et matérielles.	Nécessite des données fiables et évolutives à long terme et l'implantation de plateformes d'intelligence artificielle pour une prise de décision optimale, et ce, en temps réel; Coûts initiaux.	Dépendance technologique; Complexité accrue; Risques opérationnels; Résistance au changement et formation.
4	Transfert modal décarboné	Mettre en place des mesures afin de valoriser le mode de transport le moins émetteur de GES.	Déplacer un certain volume vers le ferroviaire et le maritime; Plus grande équité entre les modes de transport; Considération de l'impact des GES dans les tarifs.	Le transport terrestre répond à des besoins particuliers des expéditeurs auxquels le maritime n'est pas nécessairement en mesure de répondre; Solution mise de l'avant depuis des années, pour différentes raisons, avec un faible taux de succès.	Manque d'intérêt de la part des expéditeurs pour cette mesure.
5	Données ouvertes pour optimiser la chaîne logistique	Partage de données sur les capacités et disponibilités des infrastructures (entrepôts, terminaux) et des équipements (camions, navires, wagons) afin d'optimiser le flux intermodal des marchandises.	Optimisation des équipements et des ressources disponibles; Potentiel de réduction des GES; Réduction des irritants et des goulots d'étranglement; Réduction des coûts.	Données commerciales sensibles, Dépendance technologique, Défi pour susciter l'intérêt de l'ensemble des partenaires.	Adhésion partielle menant à des réductions marginales de GES; Sécurité des données.
6	Automatisation des terminaux	Remplacer les équipements de manutention portuaire par des équipements robots.	Permet de réduire la consommation énergétique due à l'erreur humaine; Augmente l'efficacité; Réduction des coûts; Sécurité améliorée et optimisation des espaces.	Doit revoir complètement la convention collective avec les débardeurs; Nécessite des équipements plus complexes; Entretien plus spécialisé; Réduction GES marginal.	Mettre en péril les relations de travail avec les débardeurs et par conséquent la fiabilité du Saint-Laurent auprès des expéditeurs; Coûts initiaux élevés; Dépendance technologique.

Tableau A.3. Transition vers l'électrification des ports

N°	Solution	Description	Avantage	Inconvénient	Risque
1	Grues-portiques électriques	Remplacement de grues-portiques fonctionnant au carburant fossile par des grues électriques.	Peut faire partie du plan de remplacement/entretien majeur des équipements portuaires.	Investissements majeurs et longue durée de vie des grues-portiques.	Défauts électriques internes.
2	Branchement à quai	L'alimentation à quai est une technique permettant aux navires amarrés dans un port de se brancher à une source d'électricité terrestre. Cela leur permet de couper leurs moteurs diesel principaux ou auxiliaires.	Permet d'éteindre une ou plusieurs génératrices à bord du navire; Source de revenus supplémentaires pour les ports; Réduction substantielle des GES; Réduction du bruit.	Coût des installations; Enjeux avec Hydro-Québec selon la puissance installée; Consommation irrégulière.	Non-standardisation des branchements; Fiabilité en période de grande demande.
3	Équipements de manutention électriques	Utilisation de véhicules (lourds ou légers) électriques pour la manutention des cargaisons et transports de façon générale à l'intérieur du périmètre portuaire.	Équipements de manutention existants dans la majeure partie des cas.	Disponibilité sur le marché peut être limitée en raison d'une soudaine demande; Coût d'acquisition plus élevé.	Électrocution; Fuite ou incendie (batteries); Autonomie et temps de recharge.
4	Mise en place d'un micro-réseau en zone portuaire	Réseau intégré de ressources, d'infrastructures et de technologies énergétiques interconnectées dans une zone portuaire. Vise à optimiser la production, la distribution et la consommation d'énergie tout en minimisant les impacts environnementaux.	Sécurité et efficacité énergétique; Flexibilité et intégration de nouvelles sources d'énergie; Réduction accélérée des émissions; Autonomie et nouveaux revenus pour l'administration portuaire; Accès à un bloc d'énergie pour l'électrification des opérations et des branchements à quai.	Coût de démarrage élevé; Complexité d'intégration; Gestion des risques techniques; Zonage et réglementation; Impact environnemental.	Initialement, peu de demande; Risque de perte de clients; Vulnérabilité face à la compétition et aux nouvelles sources d'énergie; Disponibilité de l'expertise.
5	Infrastructure de chargement pour véhicules électriques	Implantation de stations de chargement rapide dans l'optique d'électrifier la flotte d'équipements intraportuaires (manutention, camionnage, etc.) comme extraportuaires.	Équipements de manutention existants dans la majeure partie des cas.	Disponibilité sur le marché peut être limitée en raison d'une soudaine demande; Coût d'acquisition plus élevé.	Surcharge du réseau; Dommage causé par les utilisateurs.
6	Stockage d'électricité par batteries (portuaire)	Utilisation de batteries pour le stockage d'électricité afin de gérer les pics de demande et d'offrir une alimentation électrique stable et fiable, en stockant l'énergie excédentaire produite pendant les périodes de faible demande pour la redistribuer lors des pics de consommation.	Solution aux enjeux de puissance d'Hydro-Québec; Les batteries agissent à titre de stabilisateur et évitent aux navires de se connecter directement au réseau en période de pointe; Peut servir de médium d'entreposage temporaire entre le réseau électrique et le chargement à quai.	Quels sont les pics de demande portuaires vs la consommation courante de la ville avoisinante? Marginalité possible du pic portuaire; Gain à démontrer.	Défaillance thermique des batteries; Fuite et incendie; Pannes (système).

Tableau A.4. Optimisation de la flotte et de la consommation de carburant

N°	Solution	Description	Avantage	Inconvénient	Risque
1	Peinture antisalissure faible friction	Ensemble du fond plat de la coque recouvert d'une peinture en silicone réduisant drastiquement le coefficient de frottement (gain d'efficacité d'environ 10 % sur la puissance de propulsion).	Solution déjà en place avec démonstrations de résultats concrets; Réduction de la consommation et du nettoyage des coques; Plus grande durabilité des coques.	Impact environnemental des biocides ; Coûts initiaux élevés.	Durabilité variable selon la qualité de produit et de la pose; Adaptation des organismes aux biocides.
2	Audit de consommation des navires	Effectuer des audits de consommation et de performance énergétique des navires afin de proposer des façons de faire ou des améliorations permettant de réduire la consommation de carburant.	Réduction des coûts; Conformité réglementaire; Amélioration possible de la durée de vie des navires.	Coût initial élevé; Complexité technique; Impact global limité en matière de réduction des GES.	Non-application des solutions de réduction proposées lors des audits; Réticence au changement; Retour sur l'investissement incertain.
3	Efficacité énergétique des navires	Démarches visant à améliorer l'efficacité énergétique des équipements (isolation, automatisation, éclairage, ventilation, etc.) et à diversifier les sources d'énergie (panneaux solaires, boucle d'eau de mer) des navires en mer.	Solution démontrée; Variantes possibles selon les particularités des navires et les préférences des armateurs.	Nécessite du temps pour choisir les systèmes les plus avantageux.	Accès aux chantiers maritimes.
4	Réduction catalytique sélective (SCR)	La réduction catalytique sélective est un système qui permet de transformer les NOx en azote et en vapeur d'eau, des composants qui sont inoffensifs et naturels.	Déjà une mesure de l'Alliance verte (NOx niveau 4); Réduction des NOx; Amélioration de la qualité de l'air; Les réacteurs SCR permettent aux navires qui en sont équipés de se conformer à la norme Tier III de l'OMI (baisse de 75 % des émissions de NOx dans les zones d'émissions contrôlées des oxydes d'azote).	Approvisionnement en urée; Mesure de l'Alliance verte niveau 4; Moyenne des membres est de niveau 3.	Coûts d'installation et de maintenance élevés; Consommation de réactif (urée ou ammoniac); Complexité technique; Risque de fuite.
5	Système CVC	Systèmes régulant la climatisation, la ventilation et le chauffage (température, humidité et qualité de l'air à l'intérieur du navire et des bâtiments).	Solution démontrée; Variété de solutions possibles selon les particularités des navires et des préférences des armateurs.	Nécessite du temps pour identifier les systèmes les plus avantageux.	Aucun risque
6	Nettoyage de coque robotisé	Utilisation d'un robot pour nettoyer la coque d'un navire.	Réduction des GES; Pas besoin d'antisalissure; Faible friction.	Résidus organiques déposés dans les ports; Espèces invasives?	Risques mécaniques; Dispersion de polluants; Perte ou dommage en mer.
7	Nettoyage des gaz d'échappement (épuration)	Les épurateurs aspirent les gaz d'échappement du navire pour les nettoyer en les faisant traverser une série de filtres et de réacteurs chimiques, avant de les rejeter dans l'atmosphère.	Permet aux navires de croisière de se conformer à la réglementation environnementale de l'OMI en matière d'émissions atmosphériques (Croisières.fr, 2024); Peut être installé sur les navires existants.	Coûts et maintenance; Impact environnemental des eaux de lavage; Poids et volume de l'installation.	Pollution des eaux; Complexité technique; Risques réglementaires et juridiques.
8	Système de lubrification à l'air	Technologie réduisant la friction des navires lorsqu'ils se déplacent sur l'eau et ainsi la consommation de carburant.	Bons résultats démontrés en pratique; Réduction de la résistance; Amélioration de la vitesse et de l'efficacité; Réduction de l'usure de la coque.	Nécessite des installations mécaniques supplémentaires à bord de navires.	Non-utilisation du système installé; Complexité technique; Fiabilité et maintenance; Impact sur la manœuvrabilité.
9	Porte-conteneurs autoguidés	Navires autoguidés de petite capacité (ex. : 120 EVP) permettant de réduire les besoins en camionnage en offrant une solution permanente et flexible aux besoins de transport de marchandises entre les ports régionaux.	Réduit l'énergie nécessaire pour loger l'équipage; Efficacité accrue; Réduction des coûts; Sécurité améliorée; Optimisation de l'espace.	Potentiel du transport maritime courte distance de conteneurs à peu près nul sur le fleuve Saint-Laurent; Changement réglementaire majeur; Risque touchant le pilotage.	Coûts initiaux élevés; Impact sur l'emploi; Résistance au changement; Dépendance technologique; Vulnérabilité aux cyberattaques.

Tableau A.5. Améliorer l'empreinte carbone et autre propulsions

N°	Solution	Description	Avantage	Inconvénient	Risque
1	Navires propulsés au gaz naturel liquéfié (GNL)	Utilisation du GNL comme carburant principal, offrant une solution plus propre que les huiles lourdes et le mazout traditionnellement utilisés dans l'industrie du transport maritime. Beaucoup d'efforts sont investis pour accroître la proportion de GNL renouvelable.	<p>Expérience de l'industrie dans l'utilisation de GNL et existence de processus, de normes et d'une réglementation pour la conception et l'exploitation sécuritaire de navires utilisant le méthane comme carburant;</p> <p>Certains biogaz peuvent être utilisés sans modification dans les navires alimentés au GNL et peuvent être ravitaillés au moyen des infrastructures existantes construites pour le transport des combustibles fossiles;</p> <p>Le GNL est une option de retrofit envisagée par les propriétaires et opérateurs de navires;</p> <p>Le GNL peut être rentable, car il permet de prolonger la durée de vie des navires existants tout en améliorant leurs performances au regard des exigences de l'OMI en matière d'énergie;</p> <p>Indice d'efficacité énergétique des navires existants (EEXI) et indicateur d'intensité carbonique (CII).</p>	<p>Environ deux fois plus de volume est nécessaire pour la même quantité d'énergie;</p> <p>Les réservoirs de stockage de GNL nécessitent environ deux fois le volume des réservoirs de carburant marin. Donc plus difficile d'adapter les navires existants;</p> <p>La grande majorité du GNL disponible est non renouvelable;</p> <p>Plusieurs projets visent à augmenter la proportion de GNL renouvelable.</p>	<p>Sa combustion entraîne des glissements de méthane (méthane slips) potentiellement sous-estimés;</p> <p>D'autres fuites de méthane peuvent se produire tout au long de la chaîne de valeur du méthane, y compris lors du transfert par bateau (fuites fugitives);</p> <p>Volatilité des prix.</p>
2	Navires propulsés aux biocarburants (divers, principalement biodiesel FAME et diesel renouvelable HVO)	Utilisation de mélanges de carburants fabriqués à partir de matières premières biologiques, tels l'huile de cuisson usagée et autres déchets végétaux, sans nécessité de modifications majeures aux moteurs à combustion.	<p>Solution ayant déjà fait ses preuves;</p> <p>Possibilités de mélanges avec les carburants marins.</p>	<p>Le potentiel de réduction dépend de la voie de synthèse et des matières premières choisies;</p> <p>La réduction des GES est très fluctuante.</p>	<p>Perte de performance;</p> <p>Corrosion;</p> <p>Disponibilité et coûts.</p>
3	Utilisation d'huile pyrolytique	Utilisation d'huile pyrolytique produite à partir de résidus forestiers ou agricoles pour remplacer en tout ou en partie le carburant fossile.	<p>Ressources disponibles au Québec, donc capacité immédiate d'y augmenter la production;</p> <p>Se mélange bien au pétrodiesel, voire au biodiesel;</p> <p>Diversification des sources d'énergie.</p>	<p>Faible densité énergétique;</p> <p>Haut taux d'humidité;</p> <p>Carburant plus corrosif;</p> <p>Après un certain pourcentage, il faut convertir la ligne de carburant en acier inoxydable du navire.</p>	<p>Coûts de production et de conversion des navires;</p> <p>Risques de corrosion.</p>
4	Équipement de manutention au GNL ou au propane	Des véhicules incluant des chariots élévateurs, des tracteurs portuaires et d'autres véhicules de manutention utilisent le GNL comme carburant. Nécessite une infrastructure spécifique pour le stockage et la distribution du GNL ainsi qu'une formation adaptée pour le personnel sur les procédures de sécurité et de manipulation.	Technologie disponible qui a fait ses preuves pour la majorité des équipements de manutention.	<p>Disponibilité pouvant être limitée sur le marché en raison d'une soudaine demande;</p> <p>Coût d'acquisition plus élevé.</p>	<p>Risque de fuite et de gelures;</p> <p>Intoxication;</p> <p>Manque de ventilation.</p>

5	Navires propulsés au méthanol vert	<p>La propulsion au méthanol implique l'utilisation de moteurs spécifiquement conçus ou adaptés pour fonctionner avec ce carburant. Les moteurs peuvent fonctionner avec du méthanol pur ou être biocarburants, capables de basculer entre le méthanol et un carburant conventionnel, offrant ainsi flexibilité et sécurité énergétique aux opérateurs de navires.</p> <p>Le biométhanol peut être produit à partir de la gazéification de la biomasse pour produire du gaz de synthèse, qui est transformé en biométhanol par un processus de synthèse du méthanol. Le biométhanol peut également être produit à partir de biogaz ou par le biais d'un processus Kraft.</p> <p>L'e-méthanol est produit à partir de H2 et de CO2 verts. Comme pour la production d'e méthane, la provenance du CO2 est un élément crucial. Il doit de préférence être produit à partir de sources biogéniques : biomasse, DAC ou boucles de carbone fermées. Dans ce dernier cas, la molécule de carbone est réutilisée sans être rejetée dans l'atmosphère.</p>	<p>Semble être le carburant alternatif qui sera priorisé par l'industrie maritime internationale. Plus facile à transporter que le GNL ou l'ammoniac, car liquide à température ambiante;</p> <p>Expérience considérable pour le transporter en toute sécurité en vrac sur des navires destinés au commerce mondial de produits chimiques, et sa combustion dans un moteur semble poser peu de problèmes;</p> <p>Produit de base largement commercialisé avec un réseau de terminaux déjà en place;</p> <p>Les infrastructures existantes pour le HFO (mazout lourd) et le MGO (oxyde de magnésium) peuvent être adaptées au méthanol.</p>	<p>Utilisation à grande échelle encore en démonstration;</p> <p>Limite dans les sources de déchets organiques méthanisables;</p> <p>Enjeu concernant l'utilisation des terres agricoles;</p> <p>Faible contenu énergétique;</p> <p>Les navires devraient disposer de réservoirs de méthanol 2,5 fois plus grands.</p>	<p>Sécurité et complexité opérationnelle;</p> <p>Le combustible brûle avec une flamme presque invisible, de sorte que des détecteurs d'incendie spéciaux doivent être installés à bord des navires;</p> <p>Comparé à d'autres carburants, le méthanol présente une large plage d'inflammabilité et une énergie minimale d'inflammation plus faible;</p> <p>Le carburant est toxique, avec des limites pour l'inhalation humaine, l'exposition et le contact avec la peau.</p>
6	Équipement de manutention aux biocarburants	<p>Utilisation du biodiesel compatible avec les moteurs diesel existants, permettant une transition facile sans nécessiter de modifications majeures des équipements, évitant ainsi des investissements coûteux dans de nouveaux véhicules ou équipements.</p>	<p>Solution ayant déjà fait ses preuves; possibilités de mélanges avec le pétrodiesel;</p> <p>Baisse des GES.</p>	<p>Coût et disponibilité du produit.</p>	<p>Rareté et hausse des prix;</p> <p>Impact environnemental de la production et du transport;</p> <p>Performance et corrosion.</p>
7	Propulsion vélique	<p>Utilisation de voiles pour assister la propulsion des navires et réduire la consommation de carburant.</p>	<p>Regain d'intérêt;</p> <p>Potentiel de réduction de carburant et de GES;</p> <p>Image positive.</p>	<p>Réductions tributaires de la direction et de la force des vents au moment du transit;</p> <p>Potentiel très limité sur certaines routes maritimes.</p>	<p>Demande de nouvelles compétences;</p> <p>Risques opérationnels;</p> <p>Vulnérabilité en cas de tempête.</p>
8	Navires propulsés à l'hydrogène vert	<p>Utilisation de piles à combustible qui convertissent l'hydrogène en électricité, alimentant ainsi les moteurs électriques du navire sans combustion, bruit ou émissions polluantes.</p> <p>Les bateaux de navigation intérieure et les navires de courte distance sont particulièrement bien adaptés à l'intégration de piles à combustible utilisant de l'hydrogène à bord. Ils nécessitent une puissance installée limitée, qui se situe dans la gamme des piles à combustible actuellement disponibles. La technologie permettant d'intégrer des piles à combustible sur des navires plus grands, tels que les navires de croisière et les porte-conteneurs, est en cours de développement et d'adaptation.</p> <p>Pour l'instant, les piles à combustible sont principalement envisagées pour alimenter les systèmes auxiliaires des grands navires, offrant ainsi une solution sans émissions pour les navires tournant au ralenti dans un port ou utilisant de l'énergie auxiliaire.</p>	<p>Ne nécessite pas de moteurs à combustion interne adaptés à ces carburants.</p>	<p>La complexité de la mise à l'échelle de ces systèmes pour atteindre la taille requise pour les grands navires commerciaux de haute mer et les problèmes de stockage qui subsistent semblent insurmontables pour l'instant, et les fabricants de piles à combustible se concentrent sur les navires plus petits;</p> <p>Disponibilité de la molécule d'hydrogène vert encore très limitée.</p>	<p>Coûts et incertitude quant à l'accès et au prix du produit;</p> <p>Peu d'infrastructures de ravitaillement;</p> <p>Importantes pertes énergétiques liées à la conversion et à l'utilisation finale, densité énergétique faible (70 kg/m3);</p> <p>Nécessite un volume de stockage important sur le navire (Comtois, 2024).</p>

9	Favoriser les navires de croisière à propulsion électrique	Navires de croisière alimentés par des batteries conçues pour des navires de capacité moyenne (p. ex. : 1 300 passagers). Inclut les moteurs à propulsion de 90 kW.	<p>Solution de réduction des émissions pour tout type de navire faisant de courts trajets;</p> <p>Augmenterait la vitesse d'adoption de la solution; Réduction des GES;</p> <p>Amélioration de la qualité de l'air;</p> <p>Réduction du niveau sonore, des odeurs et des vibrations;</p> <p>Plus grande efficacité;</p> <p>Image de marque.</p>	Aucun de ces navires immatriculés au Canada, donc pouvoir d'influence très restreint.	<p>Coûts initiaux élevés;</p> <p>Disponibilité des blocs d'énergie;</p> <p>Accès à de la main-d'œuvre qualifiée;</p> <p>Capacité et autonomie des batteries.</p>
10	Favoriser des navires avec des systèmes de propulsion hybride	Navires à moteur diesel à un moteur hybride électrique pour des navires d'une longueur de moins de 25 à 85 m.	<p>Option de transition énergétique;</p> <p>Réduction des GES.</p>	Gain à démontrer compte tenu de l'ajout d'équipement et des pertes énergétiques.	<p>Coûts initiaux élevés de deux types de propulsion;</p> <p>Accès à de la main-d'œuvre qualifiée;</p> <p>Capacité et autonomie.</p>
11	Navires propulsés à l'ammoniac vert	<p>L'industrie maritime explore activement la combustion directe de l'ammoniac comme option de carburant propre. L'ammoniac peut être brûlé directement dans les moteurs à combustion interne modifiés pour fonctionner avec le carburant. Cette approche nécessite des adaptations du moteur pour gérer les caractéristiques de combustion de l'ammoniac.</p> <p>L'ammoniac pourrait être le carburant sans carbone le plus prometteur puisqu'il n'émet pas de CO₂ lorsqu'il est produit à partir d'énergies renouvelables, ce qui représente un avantage non négligeable.</p>	<p>L'ammoniac est à l'état gazeux à température ambiante. Les systèmes de confinement du GNL pourraient donc être compatibles avec l'ammoniac;</p> <p>L'ammoniac gazeux peut aussi être transformé en liquide pour le transport et le stockage en le refroidissant à une température relativement modeste de -33 °C.</p>	<p>Technologie non disponible sur le marché; Coûts initiaux et incertitude quant à l'accès et au prix du produit;</p> <p>La densité énergétique de l'ammoniac liquide est inférieure à celle des autres combustibles hydrocarbonés, environ la moitié de celle du GNL et environ le tiers de celle du mazout standard. Cela signifie que les navires doivent transporter une quantité importante d'ammoniac à bord pour naviguer sur de longues distances, à moins que le profil opérationnel du navire permette des arrêts fréquents pour l'avitaillement;</p> <p>La séparation de l'azote et de l'air est un processus à forte intensité énergétique, tout comme la fabrication de l'ammoniac;</p> <p>La combustion de l'ammoniac doit être contrôlée pour minimiser les émissions de N₂O (monoxyde d'azote) et de NO_x (oxyde d'azote);</p> <p>Le N₂O a un PRP (potentiel de réchauffement planétaire, ou GWP en anglais) 273 fois supérieur à celui du CO₂;</p> <p>Des niveaux élevés de ce composé dans les gaz d'échappement pourraient compromettre les avantages en matière de changement climatique.</p>	<p>Les émissions de GES provenant des oxydes nitreux produits dans les gaz d'échappement et des oxydes d'azote générateurs de smog suscitent des inquiétudes;</p> <p>L'ammoniac est corrosif et toxique, même à de très faibles concentrations. Il est donc essentiel de protéger les équipages et les passagers de l'exposition à l'ammoniac pendant toutes les opérations, y compris la maintenance et l'avitaillement;</p> <p>En cas de déversement, l'ammoniac peut se transformer en un nuage de vapeur toxique;</p> <p>L'ammoniac dégage une forte odeur à de très faibles concentrations, ce qui est source d'inconfort et d'inquiétude pour l'équipage et les passagers.</p>

12	Prioriser les navires électriques (vraquier, porte-conteneurs)	Navires alimentés par des batteries conçues pour des navires de petite capacité	<p>Solution de réduction des émissions pour tout type de navire faisant de courts trajets;</p> <p>Augmenterait la vitesse d'adoption de la solution;</p> <p>Réduction des GES;</p> <p>Amélioration de la qualité de l'air;</p> <p>Plus grande efficacité;</p> <p>Image de marque.</p>	<p>Très petits volumes potentiels par rapport aux flottes actuelles;</p> <p>Gains d'électrification vs perte de gain d'échelle.</p>	<p>Coûts initiaux élevés;</p> <p>Disponibilité et fiabilité de l'énergie électrique;</p> <p>Impact sur les petits ports;</p> <p>Accès à de la main-d'œuvre qualifiée;</p> <p>Capacité et autonomie des batteries.</p>
13	Équipement de manutention et transport à l'hydrogène	Utilisation de poids lourds, de chariots cavaliers et d'empileurs de conteneurs à l'hydrogène, visant à décarboner non seulement les terminaux à conteneurs, mais aussi le dernier kilomètre de transport de ces conteneurs.	<p>Réduction des émissions de GES;</p> <p>Autonomie accrue;</p> <p>Temps de recharge rapide;</p> <p>Poids réduit par rapport aux batteries;</p> <p>Arrivée graduelle de camions à hydrogène.</p>	<p>Technologie non disponible sur le marché (en démonstration);</p> <p>Coût élevé;</p> <p>Rendement énergétique.</p>	<p>Toxicité élevée;</p> <p>Incertitude quant à l'accès et au prix du produit;</p> <p>Sécurité des opérateurs et de l'équipage.</p>

Tableau A.6. Compensation des GES

N°	Solution	Description	Avantage	Inconvénient	Risque
1	Écofiscalité	<p>Systèmes d'échange de droits d'émission (ETS) par des quotas et des options d'achat pour émettre du CO₂;</p> <p>Subventions pour l'utilisation des technologies vertes;</p> <p>Incitations financières pour intégrer de nouvelles innovations vertes (partage de risque);</p> <p>Obligations vertes pour financer les projets de décarbonation;</p> <p>Imposition d'une nouvelle taxe sur les carburants fossiles;</p> <p>Implantation de mesures fiscales pour une plus grande équité entre le transport routier et le transport par train et par bateau.</p>	<p>Impact immédiat sur la réduction des GES;</p> <p>Nouveaux marchés;</p> <p>Responsabilité environnementale;</p> <p>Atteinte des cibles internationales.</p>	<p>Coûts supplémentaires;</p> <p>Compétitivité;</p> <p>Répercussion économique (produits plus dispendieux);</p> <p>Impact sur les petits joueurs.</p>	<p>Risques de refus politique et social;</p> <p>Délocalisation des émissions.</p>
2	Création d'un fonds compensatoire du secteur maritime dont les croisières	Lever des frais de passage auprès des armateurs pour la création d'un fonds finançant des initiatives laurentiennes de valorisation de milieux humides.	<p>Initiatives favorisant l'autonomie des initiatives;</p> <p>Capacité à se démarquer pour des projets innovateurs;</p> <p>Plus grande visibilité.</p>	Difficile d'évaluer précisément la contribution carbone à long terme.	Pertinence des projets et suivi postréalisation.
3	Compensation par la plantation d'arbres et la restauration de forêts dégradées	La compensation carbone par la reforestation est efficace lorsque les éléments suivants sont réunis : plantation d'arbres à haut potentiel de captation de CO ₂ ; milieu propice; suivi régulier des plantations afin de s'assurer de la survie des arbres à long terme.	<p>Impact significatif d'absorption du carbone;</p> <p>Favorise la biodiversité;</p> <p>Habitats pour la faune;</p> <p>Plusieurs organismes gèrent cette solution;</p> <p>Bon pour l'image de marque.</p>	<p>Pas toujours efficace;</p> <p>Effet rebond (image biaisée de l'effort écologique);</p> <p>Demande de l'encadrement.</p>	<p>Projet peu significatif, éloigné de la zone impactée;</p> <p>Échec à la suite des travaux.</p>
4	Fonds de protection de l'environnement et du domaine hydrique de l'État	Dans le but de freiner la perte de milieux humides et hydriques au Québec et de viser des gains nets en la matière, le principe d'aucune perte nette est au cœur de la <i>Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques</i> .	<p>Structure bien établie;</p> <p>Fonds disponibles.</p>	Peu de projets réalisés.	Aucun risque.

5	Compensation carbone bleu	Restauration et gestion durable des écosystèmes marins et côtiers tels les marais salants et herbiers marins.	Impact significatif d'absorption du carbone; Favorise la biodiversité; Filtration de l'eau; Protection contre les tempêtes; Stabilisation des sédiments; Atténuation des vagues; Plusieurs organismes gèrent cette solution; Bon pour l'image de marque.	Pas toujours efficace; Effet rebond (image biaisée de l'effort écologique); Demande de l'encadrement; Compétition avec d'autres usages.	Risque de conflit d'usage; Projet peu significatif; Éloigné de la zone impactée; Échec à la suite des travaux; Risque de nuisance (insectes).
6	Compensation par des projets d'énergies vertes	Les projets de production d'énergies vertes peuvent couvrir tous les domaines : hydrogène, éolien, solaire, biocarburant et biomasse.	Accélère l'intégration de nouvelles sources d'énergie; Réduction accélérée des émissions; Meilleure accessibilité des énergies vertes.	Nil	Écoblanchiment; Manque de transparence; Risque de non-permanence.
7	Capture du CO ₂ dans l'air (portatif)	L'unité de capture du carbone portuaire utilise la technologie de capture directe de l'air (DAC). L'unité peut être utilisée dans de petits espaces pour capturer le dioxyde de carbone de l'air et produire, par réaction, du carbonate de calcium et du carbonate de sodium. De cette manière, le CO ₂ capturé dans l'air ambiant est, par exemple, ajouté au béton, utilisé à son tour comme matière première pour le papier et le ciment, et comme matière première pour les colorants et les produits pharmaceutiques.	Installation de façon modulaire dans n'importe quel port.	Faible capacité de capture pour l'instant; Coût élevé; Forte consommation électrique.	Écoblanchiment; Gestion du CO ₂ capturé.
8	Achat de crédits compensatoires	Achat de crédits carbone sur le marché volontaire mondial.	Mesure en place qui a fait ses preuves; Facilité d'accès; Réduction globale.	La crédibilité de certains projets de compensation faisant partie de la Bourse est mise en doute.	Intégrité environnementale de certains projets compensatoires; Dépendance aux émissions; Prix fluctuants.
9	Infrastructure de capture de carbone et stockage	Conception et implémentation de systèmes de capture de CO ₂ ainsi que du développement de réseaux pour acheminer le CO ₂ capturé vers des sites où il peut être soit utilisé dans divers procédés industriels, soit stocké sous terre dans des formations géologiques appropriées.	Permet de réduire le bilan GES du transport maritime sans avoir à modifier le modus operandi actuel; Stockage à long terme.	Technologies en démonstration; Enjeux sur la captation réelle à long terme sur l'écosystème marin; Coût élevé.	Écoblanchiment; Impact environnemental potentiel; Poursuite de la dépendance au pétrole; Risque géologique.

Annexe B Répertoire des programmes de subvention selon l'approche RTA +C

	Organisme	Réduire	Transférer		Améliorer		Compenser
		Réduction des GES à la source (blitz)	Électrification des ports	Transition aux carburants alternatifs	Chaîne logistique intelligente et décarbonée	Optimisation de la flotte	Compensation écologique et sociétale
Provincial	MTMD	PIIM	PIIM	PIIM	PIIM	-	-
	MTMD	ASL-CEI	ASL-CEI	ASL-CEI	ASL-CEI	ASL-CEI	
	MTMD	-	Écocamionnage	Écocamionnage	Écocamionnage	-	-
	MELCCFP	Techno-climat	Techno-climat	Techno-climat	-	-	-
	MELCCFP	Écoperformance	Écoperformance	Écoperformance	-	-	-
	Gouvernement du Québec	-	-	Certificat de navire	-	Certificat navire	-
	Investissement Québec	ESSOR	ESSOR	ESSOR	ESSOR	ESSOR	ESSOR
	MEIE – Prompt	INNOV-R	INNOV-R	INNOV-R	INNOV-R	INNOV-R	INNOV-R
	MELCCFP	MADI	MADI	MADI	MADI	MADI	MADI
Fédéral	Logement, Infrastructures et Collectivités Canada	-	-	-	-	-	FDCC
	Technologies de développement durable Canada	-	-	-	TDDC	-	TDDC
	Gouvernement du Canada	-	-	-	FSI	-	FSI
	Conseil national de recherches du Canada	PARI CNRC	-	-	PARI CNRC	-	PARI CNRC
	Innovation, Sciences et Développement économique Canada	-	ESDI	ESDI	ESDI	ESDI	-
	Gouvernement du Canada	DEC	-	-	-	-	DEC
	Banque de développement du Canada	-	-	-	-	-	BDC
	Gouvernement du Canada	-	-	-	-	-	Programme de financement des petites entreprises au Canada

MTMD : ministère des Transports et de la Mobilité durable

MELCCFP : ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

MEIE : ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie

Statut	Institution ou organisme	Mesure	Soutien	Période	Type de contribution	Pourcentage de subvention	Projet admissible	Statut actuel des demandes et dates limites	Lien	Contact
À surveiller	Transports Canada	Programme de corridors maritimes verts	Le programme de corridors maritimes verts offre un financement pour des projets qui contribuent à l'établissement de corridors maritimes verts et à la décarbonation du secteur du transport maritime dans le réseau des Grands Lacs, la Voie maritime du Saint-Laurent ainsi que les côtes ouest du Canada. Volet 1 : Ports propres Volet 2 : Démonstration de navires non polluants	Volet 1 : 2024-2025 à 2027-2028 Volet 2 : 2023-2024 à 2027-2028	Subventions	Volet 1 : enveloppe totale de 127,2 M\$ Volet 2 : 22,5 M\$	Amélioration des impacts environnementaux du transport maritime.	Volet 1 : Contributions : fermé 11 mars 2024 Volet 2 : Subventions : fermé 22 janvier 2024 Contributions : Fermé 11 mars 2024	Programme de corridors maritimes verts (canada.ca)	GSCprogram-ProgrammeCMV@tc.gc.ca
À surveiller	Transports Canada	Programme d'alimentation à quai pour les ports (PAQP)	Ce programme aide à diminuer les émissions en réduisant la durée de la marche au ralenti des navires à quai. Il s'agit d'une des façons dont le Canada donne suite à son engagement de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 17 % d'ici 2020, par rapport aux niveaux de 2005.	Non spécifiée	Autres	Jusqu'à 50 % du financement	Mise en œuvre de la technologie d'alimentation à quai des navires dans les ports canadiens.	Fermé La période de présentation de demandes est maintenant terminée. Consultez régulièrement le site Web pour obtenir des mises à jour et de l'information sur les demandes.	https://tc.canada.ca/fr/programmes/programme-alimentation-quai-ports	sptp-paqp@tc.gc.ca
À surveiller	Transports Canada	Programme de recherche et de développement d'un de transport respectueux de l'environnement (PRDRTRE)	Le programme vise à accroître les connaissances scientifiques et à développer des technologies réduisant les émissions de gaz à effet de serre et/ou des principaux contaminants atmosphériques (PCA) provenant du transport aérien, maritime et ferroviaire. Dans les secteurs maritime et ferroviaire, cet appel de propositions vise des projets qui appuient la démonstration des technologies à faibles émissions de carbone ou à émissions zéro de même que leur mise à l'essai en situation réelle.		Subventions	Le total des fonds alloués s'élève jusqu'à 600 000 \$ par année. Le financement alloué à un seul projet ne peut dépasser 100 000 \$ par année. Les bénéficiaires peuvent se faire rembourser jusqu'à 50 % des dépenses admissibles.	Études de faisabilité; Études techniques préprojet; Évaluation de la sécurité; Mise en œuvre d'un projet de démonstration; Consultation et sensibilisation des intervenants; Élaboration des codes et des normes.	Fermé Date limite : au plus tard le 15 avril 2021. Les projets doivent commencer dès qu'ils sont approuvés par Transports Canada et être achevés au plus tard le 31 mars 2024.	https://tc.canada.ca/fr/programmes/programme-recherche-developpement-transport-respectueux-environnement-prdrtre-guide-demandeur	tc.ctsrd-sterd.tc@tc.gc.ca
Ouverte	Logement, Infrastructures et Collectivités Canada	Fonds pour le développement des collectivités du Canada (FDCC)	Source de financement stable, prévisible et indexée, accordée aux provinces et aux territoires qui, à leur tour, transfèrent ce financement à leurs collectivités. Le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) fournit des informations sur le Programme de la taxe sur l'essence et de la contribution du Québec (TECQ, 2019-2024). Sont par exemple admissibles, les travaux de construction, d'agrandissement et de rénovation liés aux marinas, entre autres.	Du 2024-04-01 au 2034-03-31	Autres	Le FDCC est un programme de transfert qui accorde un financement de 2,4 milliards de dollars par an aux collectivités partout au Canada. Cet investissement est indexé à 2 % et versé par tranches de 100 millions de dollars. Les fonds sont d'abord transférés du gouvernement fédéral aux provinces et aux territoires, qui les distribuent à leur tour à leurs collectivités.	Dix-neuf catégories différentes dont : transport maritime à courte distance, systèmes énergétiques communautaires, renforcement des capacités, résilience.	Ouvert	https://logement-infrastructure.canada.ca/ccbf-fdcc/index-fra.html	

Statut	Institution ou organisme	Mesure	Soutien	Période	Type de contribution	Pourcentage de subvention	Projet admissible	Statut actuel des demandes et dates limites	Lien	Contact
Ouverte	Technologies de développement durable Canada (TDDC)	TDDC	Aide des entreprises canadiennes à concevoir et à déployer des solutions de technologie durable en assurant un soutien financier essentiel à chaque étape de leur parcours, de l'amorçage à la réussite. Volet 1 : Information sur le financement d'amorçage Volet 2 : Information sur le financement de démarrage Volet 3 : Information sur le financement de croissance	En tout temps	Autres	Volet 1 : https://www.sdtc.ca/fr/guide-demande-financement-demarrage-croissance/ Volet 2 : https://www.sdtc.ca/fr/damor cage/ Volet 3 : https://www.sdtc.ca/fr/de-demarrage-et-dacceleration/	Financer la conception et la démonstration de nouvelles technologies durables; Encourager des organisations des secteurs privés et à but non lucratif, des universités et d'autres intervenants à collaborer au développement et à la démonstration de nouvelles technologies; Favoriser la diffusion rapide de nouvelles technologies dans les secteurs économiques clés du Canada.	Ouvert	https://www.sdtc.ca/fr/	info@sdtc.ca
Ouverte	Gouvernement du Canada	Fonds stratégique pour l'innovation (FSI)	Du financement à la prestation de conseils spécialisés, en passant par l'établissement de nouvelles collaborations, ces services et programmes visent à aider les entreprises à innover, à créer des emplois et à stimuler l'économie du Canada. Volet 1 : Projets d'innovation et de croissance des entreprises Volet 2 : Projets de collaboration et de réseaux	Ouverte	Autres	Grand projet dont le coût total est d'au moins 20 millions de dollars.	Volet 1 : Recherche et développement et commercialisation; Expansion et croissance des entreprises; Attraction des investissements et réinvestissements. Volet 2 : Recherche industrielle; Processus ou services aux niveaux précoces de maturité technologique; Démonstration de la technologie.	Ouvert	Volet 1 : https://ised-isde.canada.ca/site/fonds-strategique-innovation/fr/exigences-projet/innovation-croissance-entreprises Volet 2 : https://ised-isde.canada.ca/site/fonds-strategique-innovation/fr/exigences-projet/collaborations-reseaux	https://ised-isde.canada.ca/site/fonds-strategique-innovation/fr/comment-faire-une-demande
Ouverte	Conseil national de recherches du Canada	Programme d'aide à la recherche industrielle du Conseil national de recherches du Canada (PARI CNRC)	Aide à accélérer la croissance des petites et moyennes entreprises par la prestation d'un éventail complet de services d'innovation et de financement. Fournit des conseils aux petites et moyennes entreprises, les aide à nouer des relations et leur procure un soutien financier afin qu'elles puissent innover davantage et exploiter commercialement leurs idées.	Ouverte	Autres	Les décisions en matière de financement sont fondées sur un processus d'évaluation formel et sont assujetties à la disponibilité des fonds. Après avoir reçu votre proposition et la documentation requise, nous vous communiquerons notre décision dans les délais que voici : <ul style="list-style-type: none"> • 20 jours ouvrables pour un projet avec contribution de 50 000 \$ ou moins; • 30 jours ouvrables pour un projet avec contribution de plus de 50 000 \$, mais d'au plus 500 000 \$; • 45 jours ouvrables pour un projet avec contribution de plus de 500 000 \$, mais d'au plus 3 millions de dollars; • 65 jours ouvrables pour un projet avec contribution de plus de 3 millions de dollars, mais d'au plus 10 millions de dollars. 	Nil	Ouvert	https://nrc.canada.ca/fr/soutien-linnovation-technologique/propos-programme-daide-recherche-industrielle-cnrc	1-877-994-4727

Statut	Institution ou organisme	Mesure	Soutien	Période	Type de contribution	Pourcentage de subvention	Projet admissible	Statut actuel des demandes et dates limites	Lien	Contact
Ouverte	Innovation, Sciences et Développement économique Canada	Équipe de soutien à la décarbonisation de l'industrie (ESDI)	Facilite et appuie l'élaboration et le financement de projets transformateurs dans les secteurs industriels du Canada. Vise à aider le Canada à atteindre ses cibles de réduction des émissions pour 2030 et 2050, tout en bâtissant une économie forte et à faibles émissions de carbone au Canada.	Ouverte	Autres	Nil	Technologie de pointe; Réduction considérable des GES d'ici 2050; Initiative collaborative de grande envergure dont l'objectif est de stimuler l'établissement d'une économie concurrentielle à faibles émissions de carbone (par exemple décarboner plusieurs maillons d'une chaîne de valeur ou réduire les émissions dans un ou plusieurs sites ou secteurs). ⁶	Ouvert	https://ised-isde.canada.ca/site/isde/fr/equipe-soutien-decarbonisation-industrie	idt-esdi@ised-isde.gc.ca
Ouverte	Gouvernement du Canada	Développement économique Canada	Financement et accompagnement pour les PME et les organismes à but non lucratif à vocation économique de toutes les régions du Québec.	Ouverte	Autres	Plusieurs financements variés pour tout type d'institutions Voir : https://dec.canada.ca/fr/financement/?postal_code=&organizations=&page=1&limit=0	Nil	Ouvert	https://dec.canada.ca/fr/accueil-dec/	1-800-561-0633
Ouverte	Banque de développement du Canada (BDC)	BDC	Nil	Ouverte	Prêts	Prêts commerciaux adaptés aux entreprises qui sont en activité depuis au moins 12 mois. Pour les entreprises comptant moins de 12 mois d'activité, accompagnement dans le démarrage de l'entreprise.	Nil	Ouvert	Financement entreprise et prêt commercial BDC.ca	Nil
Ouverte	Gouvernement du Canada	Programme de financement des petites entreprises du Canada	Nil	Ouverte	Autres	Ce programme aide les petites entreprises à obtenir des prêts auprès d'institutions financières en partageant les risques avec les prêteurs. Le montant maximal de prêt pour un emprunteur est de 1,15 million de dollars. Un emprunteur peut obtenir jusqu'à 1 million de dollars en prêt à terme, dont un montant maximal de 500 000 \$ peut être utilisé pour des améliorations locatives, pour l'amélioration des biens locatifs et pour l'achat ou l'amélioration de matériel neuf ou usagé. De ce montant, un maximum de 150 000 \$ peut être utilisé pour des biens incorporels ou des coûts liés au fonds de roulement. Jusqu'à un maximum de 150 000 \$ pour des marges de crédit.	Nil	Nil	https://ised-isde.canada.ca/site/programme-financement-petites-entreprises-canada/fr	Nil

Annexe C Organisations portuaires inspirantes en décarbonation

Organisation	Type	Similitude avec le Québec	Technologies et solutions
Port de Virginie	Portuaire	Élevée	<ul style="list-style-type: none"> Électrification des équipements de manutention et transport; Installation et approvisionnement en énergie renouvelable à même les infrastructures du port; Optimisation des déplacements de conteneurs par barges et du système de rail intraportuaire.
Port et autorité maritime de Singapour	Portuaire	Modérée-élevée	<ul style="list-style-type: none"> Électrification des équipements de manutention et transport; Projet pilote (2021) de 160 camions à conteneurs au gaz naturel liquéfié; Adoption prévue de camions à conteneurs à hydrogène vers 2027.
Port de Hambourg	Portuaire	Élevée	<ul style="list-style-type: none"> Nouveaux systèmes d'alimentation à quai pour les navires de croisière (2) et les porte-conteneurs (3); Planification de la production conjointe d'hydrogène à partir d'énergie éolienne et solaire sur le site d'une centrale électrique au charbon désaffectée; Achat et exploitation de plus de 100 véhicules fonctionnant à l'hydrogène.
NipponYusen Kaisha	Transport maritime	Élevée	<ul style="list-style-type: none"> Développement de navires alimentés au gaz naturel liquéfié; Introduction de 110 navires à émissions zéro d'ici 2050; Exploitation de 11 éoliennes en 2021 dans le port de Zeebrugge, produisant environ 110 GWh par an, couvrant ainsi tous les besoins en électricité du terminal.
Royal Carribean	Portuaire Transport maritime	Modérée	<ul style="list-style-type: none"> Terminal alimenté à 100 % par l'énergie solaire à l'aide de 30 000 pi² de panneaux solaires photovoltaïques qui produiront l'énergie nécessaire pour fonctionner sans dépendre du réseau local.